



15° CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - CBIE 2026

Anais do Evento

XIV JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (JAIE 2026)

Coordenação do JAIE 2026

Patricia Augustin Jaques (Université Grenoble-Alpes e UFPR)
Reinaldo Silva Fortes (UFOP)

Coordenação Geral de Programa do CBIE 2026

Rafael Dias Araújo (UFU)
Taciana Pontual Falcão (UFRPE)



15° CONGRESSO
BRASILEIRO DE
INFORMÁTICA NA
EDUCAÇÃO - CBIE 2026

XIV Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2026)

<https://cbie.sbc.org.br/2026/index.php/jaie/>

<https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/series/jaie>

ISBN: 978-85-7669-683-4

Goiânia, GO, 05 a 09 de outubro de 2026

EDITORA

Sociedade Brasileira de Computação – SBC

ORGANIZADORES – CBIE 2026

Cleon Xavier Pereira Junior (IF Goiano)

Rafael Ferreira Leite de Mello (UFRPE e CESAR)

Júlio César Ferreira (IF Goiano)

ORGANIZAÇÃO E EXECUÇÃO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano)

PROMOÇÃO

Comissão Especial de Informática na Educação – CEIE

REALIZAÇÃO

Sociedade Brasileira de Computação – SBC



15º CONGRESSO
BRASILEIRO DE
INFORMÁTICA NA
EDUCAÇÃO - CBIE 2026

Realização



Promoção



Organização



Fomento



Patrocínio



Apoio



Este livro contém três capítulos correspondentes aos minicursos conduzidos na XIV Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2026), evento ocorrido no XV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2026). A inclusão nesta publicação não necessariamente constitui endosso pelos editores e/ou organizadores.

A fonte e os direitos da SBC devem ser devidamente referenciados. As cópias não devem ser utilizadas de nenhum modo que implique o endosso da SBC. Cópias da obra não podem ser colocadas à venda sem a autorização expressa da SBC.

Permissão para fazer cópias impressas ou digitais de todo ou parte deste trabalho para uso pessoal ou acadêmico é concedido sem taxas desde que cópias não sejam feitas ou distribuídas para renda ou vantagem comercial e que cópias contenham esta observação e citação completa na primeira página.

Sociedade Brasileira de Computação
CNPJ no. 29.532.264/0001-78
Inscrição Estadual isenta
CCM nº 18115128
<http://www.sbc.org.br>

Av. Bento Gonçalves, 9500 – Setor 4 – Sala 116 – Prédio 43424 – Agronomia
CEP 91501-970 – Porto Alegre – RS, Brasil

Produzido em Curitiba, PR, Brasil



Esta obra está sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY). Você pode redistribuir este livro em qualquer suporte ou formato e copiar, remixar, transformar e criar a partir do conteúdo deste livro para qualquer fim, desde que cite a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C749 Congresso Brasileiro de Informática na Educação (14. : 05 out. – 09 out. 2026 : Goiânia)

Jornada de Atualização em Informática na Educação – JAIE 2026 [recurso eletrônico] / coordenação: Patricia Augustin Jaques, Reinaldo Silva Fortes. Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2026.

89 p. : il. : PDF

Modo de acesso: World Wide Web.

ISBN 978-85-7669-683-4 (e-book)

1. Computação – Brasil – Evento. 2. Informática na Educação. I. Jaques, Patricia Augustin. II. Fortes, Reinaldo Silva. III. Sociedade Brasileira de Computação. IV. Título.

CDU 004(063)

Ficha catalográfica elaborada por Annie Casali – CRB-10/2339

Biblioteca Digital da SBC – SBC OpenLib



Sociedade Brasileira de Computação

Av. Bento Gonçalves, 9500

Setor 4 | Prédio 43.412 | Sala 219 | Bairro

Agronomia Caixa Postal 15012 | CEP 91501-970

Porto Alegre - RS

Fone: (51) 99252-6018

sbc@sbc.org.br

Sobre o XV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2026)

O Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) é um evento anual promovido pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), por meio de sua Comissão Especial de Informática na Educação (CE-IE) desde 2012, que reúne e incentiva a troca de conhecimentos, experiências e práticas entre as comunidades científica, acadêmica, profissional, governamental e empresarial envolvidas com a educação e as tecnologias digitais no Brasil.

Em 2026, o XV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2026) foi realizado em Goiânia, Goiás, pelo Instituto Federal Goiano (IF Goiano), celebrando sua **15ª edição** como um dos principais encontros nacionais dedicados à pesquisa, à inovação e às práticas em Informática na Educação. O CBIE nasceu da união de dois dos mais tradicionais eventos da comunidade brasileira da área - o Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) e o Workshop de Informática na Escola (WIE) -, consolidando em um único congresso diferentes perspectivas sobre a relação entre Computação, Tecnologias Digitais e Educação. Ao alcançar sua décima quinta edição, o CBIE 2026 reafirma essa trajetória de integração e celebra a história construída por décadas de pesquisa, experiências e colaboração entre pesquisadores, professores, estudantes, profissionais e demais atores envolvidos com a transformação da educação por meio da tecnologia.

A temática do CBIE 2026, **“No Centro do Brasil, no Centro do Debate: Computação, Educação e os Dilemas da Era Digital”**, convida a comunidade a colocar a Computação e a Educação no centro das discussões sobre os caminhos da sociedade na era digital. O congresso busca ampliar a visibilidade e a participação de diferentes regiões e realidades educacionais, reconhecendo a diversidade do país e a necessidade de construir uma agenda nacional para a Informática na Educação. Mais do que celebrar os avanços tecnológicos, o CBIE 2026 propõe discutir criticamente os dilemas que acompanham a transformação digital da educação, abordando questões como Inteligência Artificial, privacidade e uso de dados, acessibilidade e inclusão, formação de professores, pensamento computacional, personalização da aprendizagem, desinformação, ética, regulação e os impactos das tecnologias emergentes sobre estudantes, educadores e instituições. Nesse contexto, o congresso promove um debate plural e qualificado sobre não apenas o que a Computação pode fazer pela Educação, mas também que Educação queremos construir em uma sociedade cada vez mais mediada pela Computação. O CBIE 2026 congregou os seguintes eventos satélites:

- XXXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2026);
- XXXII Workshop de Informática na Escola (WIE 2026);
- XIV Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2026);
- Concurso Alexandre Direne de Teses, Dissertações e Trabalhos de Conclusão de Curso em Informática na Educação (CTD-IE);
- VI Workshop de Pós-Graduação: *Graduate Students Experience* (StudX);
- XII Concurso Integrado de Desenvolvimento de Soluções de Tecnologia e Objetos de Aprendizagem para a Educação (Apps.Edu 2026); e,
- Painel de Políticas e Diretrizes em Informática na Educação (PPDIE).

Em 2026, além dos eventos satélites, também foram realizados seis workshops temáticos que ampliam o escopo das discussões do congresso, favorecendo o diálogo interdisciplinar, a troca de experiências e a aproximação entre pesquisa e prática. Em sintonia com o tema desta edição, essas atividades contribuíram para colocar no centro do debate os diferentes dilemas associados à transformação digital da educação, contemplando perspectivas científicas, tecnológicas, pedagógicas, sociais, éticas e políticas. Dessa forma, os workshops constituíram espaços privilegiados para a reflexão aprofundada e para a construção colaborativa de conhecimentos e perspectivas para o futuro da Computação e da Educação. Os workshops temáticos foram:

- CRIAS: Construindo, Refletindo e Imaginando a Literacia de Dados na Educação Brasileira;
- DUAeDesplugada - Adaptação Curricular no Ensino Médio Técnico em Informática da Rede Federal: Estratégias Inclusivas com DUA e Computação Desplugada;
- Horizontes Digitais 60+: Workshop de Educação, Tecnologia e Envelhecimento Ativo;
- Uma Tarde na Urca: Encontro Filosófico sobre Informática na Educação (2ª. edição);
- WAPLA 4ª edição: Workshop de Aplicações Práticas de Learning Analytics e Inteligência Artificial no Brasil; e,
- WTwin: Workshop de Gêmeos Digitais e Humanos Virtuais na Educação e Treinamento.

Reunindo pesquisadores, professores, estudantes, profissionais e demais atores envolvidos com a educação e as tecnologias educacionais, o CBIE 2026 reafirma a tradição construída ao longo de sua história pela CE-IE e pela SBC como espaço de encontro, atualização, troca de experiências e disseminação de conhecimentos em Informática na Educação. Em um cenário no qual a Inteligência Artificial e outras tecnologias emergentes transformam rapidamente a forma como produzimos, compartilhamos e acessamos conhecimento, o congresso busca

colocar as pessoas, a aprendizagem e o interesse público no centro da transformação tecnológica, promovendo o diálogo entre pesquisa, inovação e prática educacional. Mais do que compreender as mudanças em curso, o CBIE contribui para o debate sobre os caminhos que devem ser construídos para uma educação mais democrática, inclusiva, acessível, inovadora e socialmente responsável, reafirmando o compromisso da comunidade com o desenvolvimento científico e tecnológico da educação brasileira.

Rafael Dias Araújo (UFU)

Taciana Pontual Falcão (UFRPE)

Coordenação Geral de Programa do CBIE 2026

Prefácio

É com grande satisfação que apresentamos os capítulos selecionados para a Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2026), evento satélite do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2026). As Jornadas constituem um momento de atualização científica e tecnológica para a comunidade de Informática na Educação do Brasil, oferecendo minicursos que tratam de temas atuais e relevantes, com potencial de impactar a formação de pesquisadores, professores e profissionais que atuam na interface entre Computação e Educação.

As propostas desta edição passaram por um criterioso processo de avaliação em duas fases, envolvendo a curadoria inicial das propostas submetidas e, posteriormente, a revisão por pares dos textos completos, com ajustes finais realizados pelos autores conforme as recomendações recebidas dos pareceristas. Esse cuidado assegura à comunidade materiais de formação com qualidade científica e pedagógica, pensados para dialogar diretamente com os desafios contemporâneos da educação.

Nesta edição da JAIE foram selecionados três minicursos que, sob diferentes perspectivas, discutem o ensino e a compreensão da Inteligência Artificial e do Pensamento Computacional na Educação Básica e na Educação Profissional e Tecnológica.

O primeiro capítulo, “Pensamento Computacional para professores da EPT: da transversalidade curricular à elaboração de projetos pedagógicos com metodologias ativas”, de Wendell Bento Geraldês, discute a integração do Pensamento Computacional à Educação Profissional e Tecnológica. O autor propõe uma abordagem híbrida entre atividades desplugadas e plugadas, articulada a metodologias ativas como a Aprendizagem Baseada em Projetos e o Construcionismo, e apresenta um roteiro prático para a elaboração de projetos pedagógicos contextualizados às diferentes áreas técnicas.

O segundo capítulo, “Desmistificando a Caixa Preta: Computação, Física e Dados no Letramento em Inteligência Artificial para Educadores”, de Cibele Nunes Cabral, Hodara Cristina Nobre Ferreira e Léia Sousa de Sousa, propõe um percurso teórico-prático, interdisciplinar e de reduzida barreira tecnológica, fundamentado no referencial Media and Artificial Intelligence Literacy do PISA 2029. O minicurso aborda a Inteligência Artificial como sistema sociotécnico, constituído por infraestrutura, dados, algoritmos, decisões humanas e contextos educacionais, combinando estações de investigação, alternativas desplugadas e demonstrações práticas com ferramentas como Teachable Machine e simulações PhET.

O terceiro capítulo, “Do Concreto ao Digital: uma metodologia para o ensino de Inteligência Artificial como Objeto de Aprendizagem na Educação Básica”, de autoria de Tiago Cauassa Leão e Davi Cauassa Leão, apresenta uma proposta metodológica que parte de atividades desplugadas de classificação manual de dados para, em seguida, explorar conceitos de aprendizado de máquina em ambientes digitais. A proposta favorece a compreensão de conceitos abstratos de Inteligência Artificial por meio de experiências concretas e significativas, podendo ser adaptada a diferentes temas da Computação.

Convidamos a comunidade de Informática na Educação a explorar estes materiais, seja participando dos minicursos durante o evento, seja na leitura atenta destes capítulos, que certamente contribuirão para a formação continuada de pesquisadores, professores e profissionais da área. Agradecemos aos autores pela dedicação na elaboração de propostas de alta qualidade e aos pareceristas que contribuíram com o rigoroso processo de avaliação, essencial para a qualidade desta edição.

Desejamos a todos uma excelente JAIE 2026!

Goiânia/GO, outubro de 2026

Patricia Augustin Jaques (Université Grenoble-Alpes e UFPR)
Reinaldo Silva Fortes (UFOP)
Coordenação da JAIE 2026

Comitê de Programa

❖ **Coordenação de Programa do CBIE 2026**

Rafael Dias Araújo | Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Taciana Pontual Falcão | Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

❖ **Coordenação da JAIE 2026**

Patricia Augustin Jaques | Université Grenoble-Alpes (UGA) e Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Reinaldo Silva Fortes | Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

❖ **Membros do Comitê de Programa da JAIE 2026**

Daniel Costa de Paiva (UFF)

Edilson Ferneda (UCB)

Jeane Cecília Bezerra de Melo (UFRPE)

José Francisco Magalhães Netto (UFAM)

Patricia A. Jaques Maillard (UGA e UFPR)

Reinaldo Silva Fortes (UFOP)

Outras Coordenações Relacionadas

❖ **Coordenação Geral do XV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2025)**

Cleon Xavier Pereira Junior | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)
Rafael Mello | Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e CESAR
Júlio César Ferreira | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)

❖ **Coordenação Geral de Programa do XV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2026)**

Rafael Dias Araújo | Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Taciana Pontual Falcão | Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

❖ **Coordenação do XXXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2026)**

Gabriel Alves | Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Marcela Pessoa | Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

❖ **Coordenação do XXXII Workshop de Informática na Escola (WIE 2026)**

Ana Paula Freitas Vilela Boaventura | Universidade Federal de Jataí (UFJ)
Luma da Rocha Seixas | Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Pedro Henrique Valle | Universidade de São Paulo (IME-USP)

❖ **Coordenação da Jornada de Atualização em Informática em Educação (JAIE 2026)**

Reinaldo Silva Fortes | Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)
Patricia Augustin Jaques Maillard | Université Grenoble-Alpes (UGA) e Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenação do Concurso Alexandre Direne de Teses, Dissertações e Trabalhos de Conclusão de Curso em Informática na Educação (CTD-IE 2026)**

Edson Pimentel | Universidade Federal do ABC (UFABC)
Eleandro Maschio | Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Sean W. M. Siqueira | Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

❖ **Coordenação dos Workshops do CBIE 2026**

Elisângela Silva Dias | Universidade Federal de Goiás (UFG)
Leander Cordeiro de Oliveira | Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

❖ **Coordenação do Concurso Integrado de Desenvolvimento de Soluções de Tecnologia e Objetos de Aprendizagem para a Educação (Apps.Edu 2026)**

Taynara Dutra | Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)

Fabrizio Honda Franzoia | Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Laura Quevedo Jurgina | Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

❖ **Coordenação do V Workshop de Pós-Graduação - *Postgraduate Students Experience* (STUDX 2026):**

Leandro Silva Galvão de Carvalho | Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Deógenes Silva Junior | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Luciane Silva | Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

❖ **Coordenação do Painel de Políticas e Diretrizes para Informática na Educação (PPDIE 2026)**

Rafael Dias Araújo | Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Taciana Pontual Falcão | Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

❖ **Coordenação de Publicação e Editoração dos Anais**

Laura Moraes | Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Douglas Krug | Instituto Federal do Paraná (IFPR)

Marcel Melo | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)

Rodrigo Elias | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)

❖ **Coordenação de Diversidade e Acessibilidade**

Carol Sacramento | Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Priscilla Fonseca de Abreu Braz | Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Krissia Menezes | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenação de Inscrições e Certificados**

Esdras Bispo | Universidade Federal de Jataí (UFJ)

Leonam Oliveira | Universidade Federal do Paraná (UFJ)

Yorah Bosse | Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

❖ **Coordenação de Publicidade e Mídias Sociais**

Thalia Santos de Santana | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)

Jamilla Lobo | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)

Manoela Amaral Duarte | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)

Sara Luiz de Farias | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)

❖ **Coordenação de Eventos Culturais e Sociais**

Jaqueline Alves Ribeiro (IF Goiano)
Leonardo de Castro Santos (IF Goiano)
Ramayane Bonacin Braga (IF Goiano)
Roseli Gonçalves da Rocha (IF Goiano)

❖ **Coordenação de Voluntários**

Christiane Borges Santos (IFG)
Lais Candido Rodrigues da Silva (IF Goiano)

❖ **Coordenação de Website**

Taynara Dutra | Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
Renan Aranha | Universidade de São Paulo (USP)
Heder Santos | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)

❖ **Coordenação Financeira**

Alessandreia Marta de Oliveira | Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Lívia Mancine | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)
Newarney Costa | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)

Comitê Gestor da Comissão Especial de Informática na Educação (CE-IE)

Coordenação

Patricia Augustin Jaques Maillard | Université Grenoble-Alpes (UGA) e Universidade Federal do Paraná (UFPR) - **Coordenadora**

Rafael Dias Araújo | Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - **Vice-coordenador**

Comitê Gestor

Alessandreia Oliveira | Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Cintia Reis de Oliveira | Instituto Federal do Ceará (IFCE)

Cleon Xavier Pereira Júnior | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)

Deivid Eive dos Santos Silva | Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

Jéssica Neiva de Figueiredo Leite Araujo | Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

Marcela Sávia Picanço Pessoa | Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

Natasha Malveira Costa Valentim | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Newarney Costa | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)

Pedro Henrique Valle | Universidade de São Paulo (IME-USP)

Rachel Reis | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Rafael Ferreira Leite de Mello | Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e CESAR

Sean Wolfgang Matsui Siqueira | Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Taciana Pontual da Rocha Falcão | Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Sociedade Brasileira de Computação (SBC)

Presidência

Thais Vasconcelos Batista (UFRN) – **Presidente**

Cristiano Maciel (UFMT) – **Vice-Presidente**

Diretorias

André Luís de Medeiros Santos (UFPE) - Diretor de Planejamento e Programas Especiais

Alírio Santos de Sá (UFBA) - Diretor de Comunicação

André Luís de Medeiros Santos (UFPE) - Diretor de Planejamento e Programas Especiais

Carlos Eduardo Ferreira (USP) - Diretor de Competições Científicas

Denis Lima do Rosário (UFPA) – Diretor de Eventos e Comissões Especiais

Eunice Pereira dos Santos Nunes (UFMT) - Diretora de Secretarias Regionais

José Viterbo Filho (UFF) - Diretor de Publicações

Leila Ribeiro (UFRGS) - Diretora de Computação na Educação Básica

Francisco Dantas Medeiros Neto (UERN) - Diretor de Finanças

Flávia Maria Santoro (INTELI) - Diretora de Inovação

Renata de Matos Galante (UFRGS) - Diretora Administrativa

Rodrigo Silva Duran (IFB) - Diretor de Educação

Ronaldo Alves Ferreira (UFMS) - Diretor de Cooperação com Sociedades Científicas

Michelle Silva Wangham (UNIVALI) - Diretora de Relações Profissionais

Diretoria Extraordinária

Marcelo Antonio Marotta (UnB) - Diretor de Tecnologia da Informação

Sumário

Capítulo 1. Pensamento Computacional para professores da EPT: da transversalidade curricular à elaboração de projetos pedagógicos com metodologias ativas.....	01
<i>Wendell Bento Gerales (IFG)</i>	
Capítulo 2. Desmistificando a Caixa Preta: Computação, Física e Dados no Letramento em Inteligência Artificial para Educadores.....	23
<i>Cibele Nunes Cabral (UNIFESSPA), Hodara Cristina Nobre Ferreira (UNIFESSPA) e Léia Sousa de Sousa (UNIFESSPA)</i>	
Capítulo 3. Do Concreto ao Digital: uma metodologia para o ensino de Inteligência Artificial como Objeto de Aprendizagem na Educação Básica	50
<i>Tiago Cauassa Leão (Fundação Micro:bit) e Davi Cauassa Leão (ControlBot)</i>	

Capítulo

1

Pensamento Computacional para professores da EPT: da transversalidade curricular à elaboração de projetos pedagógicos com metodologias ativas

Wendell Bento Geraldles

Abstract

Computational Thinking (CT) is a fundamental skill for Brazilian Vocational and Technological Education (VTE), aligned with the National Common Curricular Base and the National VTE Policy. CT builds on four pillars—decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithms—but must also encompass creativity, collaboration, and communication. In VTE, CT instruction must be contextualized to specific technical fields (e.g., Informatics, Chemistry, Construction) through a hybrid approach combining unplugged and plugged activities, integrated with active methodologies such as Project-Based Learning and Constructionism. Authentic assessment strategies include rubrics, portfolios, and conceptual tests. The paper presents practical case studies and a six-step guide for designing pedagogical projects. Key challenges—infrastructure limitations, teacher training, curriculum overload, and resistance to change—are addressed with evidence-based solutions. It concludes that when CT is transversally integrated with professional meaning, it fosters critical, creative, and Industry 4.0-ready graduates, preparing them effectively for the contemporary labor market.

Resumo

O Pensamento Computacional (PC) é habilidade essencial para a Educação Profissional e Tecnológica (EPT), alinhando-se à BNCC e à Política Nacional de EPT. Baseia-se em quatro pilares (decomposição, padrões, abstração e algoritmos), mas deve ser complementado por criatividade, colaboração e comunicação. Na EPT, o PC precisa estar contextualizado às áreas técnicas (Informática, Química, Edificações etc.), utilizando abordagem híbrida (atividades desplugadas e plugadas) e metodologias ativas como Aprendizagem Baseada em Projetos e Construcionismo. A avaliação autêntica integra rubricas, portfólios e testes conceituais. O texto apresenta estudos de caso práticos e um roteiro

para elaboração de projetos pedagógicos. Destaca desafios como infraestrutura, formação docente e resistência à mudança, propondo soluções baseadas em evidências. Conclui que o PC, quando integrado transversalmente com significado profissional, forma estudantes críticos, criativos e preparados para a Indústria 4.0 e o mundo do trabalho contemporâneo.

1.1. O Pensamento Computacional na EPT: por que agora?

As constantes mudanças tecnológicas e a alta demanda por profissionais qualificados na chamada Indústria 4.0 colocam em evidência questões importantes sobre a formação para o mundo do trabalho: como preparar profissionais para um cenário em constante transformação, diante da dificuldade de prever quais tecnologias e competências serão mais demandadas no futuro? Quais mudanças precisam ser implementadas no contexto escolar e na prática docente para que a Educação Profissional e Tecnológica (EPT) possa responder às necessidades contemporâneas do mundo do trabalho? Na busca por respostas a essas questões, torna-se necessário desenvolver competências relacionadas à resolução de problemas, à automação, à análise de dados e à capacidade de lidar com situações novas e complexas.

Nesse contexto, o Pensamento Computacional (PC) ganha relevância por oferecer estratégias para a resolução de problemas e para a organização do pensamento diante de diferentes situações. Sua inserção na EPT, entretanto, exige considerar as especificidades das áreas técnicas, os diferentes contextos de aprendizagem e os desafios enfrentados pelos docentes.

1.1.1. Conceito e relevância do Pensamento Computacional

O Pensamento Computacional (PC), popularizado por Jeannette Wing em 2006 a partir de seu artigo seminal “*Computational Thinking*” (Wing, 2006), representa uma habilidade fundamental para a resolução de problemas em um mundo cada vez mais digital. Wing definiu o PC como “a combinação do pensamento crítico com os fundamentos da Computação”, uma “distinta forma de pensamento com conceitos básicos da Ciência da Computação para resolver problemas, desenvolver sistemas e entender o comportamento humano” (Wing, 2006). A pesquisadora argumentou que o PC deve ser adicionado à capacidade analítica de cada criança, ao lado da leitura, escrita e aritmética, pois se trata de “uma habilidade fundamental para todos, não apenas para cientistas da Computação” (Wing, 2006).

A Educação Profissional e Tecnológica (EPT) brasileira passa por reestruturação com a PNEPT (Decreto 12.603/2025), que conecta a formação técnica às demandas produtivas locais. A Rede Federal, com 633 *campi* e mais de 1 milhão de estudantes (70% com renda $\leq$ 1,5 salário mínimo) (Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, 2022), torna a EPT fértil para competências do século XXI.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece a importância do PC ao afirmar que “a aprendizagem de Álgebra pode contribuir para o desenvolvimento do Pensamento Computacional dos alunos” e que “a linguagem algorítmica tem pontos em comum com a linguagem algébrica, sobretudo em relação ao conceito de variável” (Brasil.

Ministério da Educação, 2018). O PC se alinha perfeitamente aos objetivos da EPT: preparar para o mundo do trabalho, promover formação crítica e cidadã, e articular teoria e prática, conforme estabelecido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/96) (Brasil, 1996).

A pesquisa de Brackmann (Brackmann, 2017) demonstrou que o PC envolve quatro pilares fundamentais: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos, e que a abordagem híbrida, combinando atividades plugadas e desplugadas, se mostra particularmente eficaz para promover uma compreensão conceitual mais profunda. Os resultados indicaram que estudantes que participaram de atividades desplugadas melhoraram significativamente seu desempenho em testes de PC, com aumento médio de 20,17% ($p < 0,001$) (Brackmann, 2017). A capacidade de abstrair, decompor problemas, reconhecer padrões e construir algoritmos são competências centrais para profissionais que atuarão na interface entre tecnologia e produção.

1.1.2. Desafios específicos da formação docente em PC na EPT

A formação de professores para o ensino do PC na EPT enfrenta desafios particulares que vão além daqueles enfrentados na educação básica regular. Primeiramente, o docente da EPT precisa não apenas dominar os fundamentos do PC, mas também compreender como aplicá-los nos contextos específicos dos eixos tecnológicos, como por exemplo: Informática, Gestão, Saúde, Edificações, entre outros. Professores da EPT frequentemente vêm de formações técnicas e possuem *expertise* em suas áreas, mas podem não ter desenvolvido o repertório pedagógico necessário para ensinar o raciocínio computacional estruturado (Brackmann, 2017).

A pesquisa de Brackmann (Brackmann, 2017) revelou que, após a aplicação de atividades desplugadas, “os estudantes do grupo experimental se demonstraram bastante interessados no Scratch, tanto que após a primeira aula começaram a praticá-lo em casa”, enquanto o grupo de controle “se demonstrou mais motivado em iniciar as aulas de Scratch, pois era o seu primeiro contato com o Pensamento Computacional” (Brackmann, 2017). Esse achado evidencia que o contato prévio com atividades desplugadas potencializa o engajamento com ferramentas digitais, mas também aponta para a necessidade de formação docente que integre ambas as abordagens.

A formação continuada, em nível de mestrado profissional como o ProfEPT, busca integrar saberes do trabalho e conhecimento sistematizado, mas o PC ainda é um componente emergente nesses currículos. Além disso, há a necessidade de adaptar o ensino do PC para diferentes níveis de maturidade dos estudantes da formação inicial à graduação tecnológica, considerando a diversidade de idade e trajetória educacional.

Superados os desafios iniciais de contextualização e formação docente, é necessário aprofundar a compreensão sobre o que efetivamente constitui o Pensamento Computacional, seus fundamentos históricos e as contribuições teóricas que moldaram sua definição atual.

1.2. Fundamentos do Pensamento Computacional para o Professor da EPT

Para que o professor da EPT possa efetivamente integrar o Pensamento Computacional em sua prática pedagógica, é fundamental compreender não apenas o conceito em si, mas também suas evoluções, limitações e especificidades no contexto da educação profissional. A seguir, aprofundamos esses aspectos.

1.2.1. Conceito e evolução: de Wing às críticas contemporâneas

O termo “Pensamento Computacional” (PC) não surgiu com Jeannette Wing, embora tenha sido ela quem o popularizou em 2006. Como documenta Brackmann (Brackmann, 2017), as ideias fundamentais do PC já estavam presentes no trabalho de Seymour Papert e Cynthia Solomon em 1971, no artigo *“Twenty things to do with a computer”*, e no livro *“Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas”* (1980), onde Papert utilizou o termo “Pensamento Computacional” para descrever o processo de resolução de problemas mediado por computadores (Brackmann, 2017). No entanto, foi Wing quem consolidou o conceito ao defini-lo como “a combinação do pensamento crítico com os fundamentos da Computação”.

Wing evoluiu sua definição: em 2010 como processos para formular soluções executáveis (Wing, 2010), e em 2014 como “automação da abstração” (Wing, 2014). ISTE/CSTA/NSF propuseram definição operacional abrangente (CSTA/ISTE, 2011). Apesar dos esforços, como observa Brackmann (Brackmann, 2017), “mesmo após diversos estudos e quase uma década de esforços para definir o Pensamento Computacional, ainda existem críticas que sugerem que não sabemos o que o Pensamento Computacional significa ou sua forma de medir” (Brackmann, 2017).

As críticas contemporâneas ao PC apontam para sua possível redução a uma visão instrumentalista da educação, na qual o pensamento computacional seria promovido como uma “solução universal” para problemas educacionais, desconsiderando a complexidade dos processos cognitivos e sociais envolvidos. Setzer (Setzer, 2008) defende que a educação das crianças precisa ser mais humana e menos tecnológica, argumentando que “computadores são máquinas que simulam pensamentos restritos, impondo o raciocínio lógico simbólico que elas não possuem maturidade suficiente para entender”. Farag (Farag, 2016), em seu blog *“Please don’t learn to code”*, argumentou que vender a codificação como um bilhete para a salvação econômica é desonesto, pois o PC seria apenas mais uma “moda” do Vale do Silício. Essas críticas reforçam a necessidade de uma abordagem equilibrada, na qual o PC seja compreendido como um complemento e não um substituto das demais formas de pensamento.

1.2.2. Discussão sobre limitações e complementos aos 4 pilares

Os quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos são amplamente utilizados na literatura educacional para operacionalizar o Pensamento Computacional. Grover e Pea (Grover & Pea, 2013) identificaram nove elementos que o PC tende a atender, incluindo processamento sistemático da informação, pensamento iterativo, recursivo e paralelo, lógica condicional, eficiência e restrições de desempenho, depuração e detecção sistemática de erros (Brackmann, 2017). Uma limitação importante dos quatro pilares é que eles enfatizam a dimensão analítica e estrutural do PC, mas podem

negligenciar aspectos como a criatividade, a colaboração e a comunicação competências igualmente essenciais no contexto educacional e profissional.

Complementos como o pensamento algorítmico, a modelagem computacional e a simulação enriquecem o repertório do PC, permitindo uma compreensão mais ampla de sua aplicação em contextos diversos. A abordagem desplugada, conforme explorada por Brackmann (Brackmann, 2017), demonstra que é possível desenvolver o PC sem computadores, utilizando atividades cinestésicas como jogos de tabuleiro, cartas e dinâmicas de grupo, o que amplia o espectro de possibilidades pedagógicas. Além disso, Wing (Wing, 2006) já alertava que o PC envolve “confiança em lidar com a complexidade, persistência ao trabalhar com problemas difíceis, tolerância para ambiguidades, capacidade de se comunicar e trabalhar com outros”.

1.2.3. Especificidades do PC na EPT em relação à Educação Básica

Na EPT, o PC assume contornos específicos que o distinguem da abordagem na Educação Básica. Enquanto na Educação Básica o foco está no desenvolvimento de habilidades gerais de resolução de problemas e no letramento digital, na EPT o PC está diretamente articulado com as demandas do mundo do trabalho e com os eixos tecnológicos específicos. O documento do Conif (Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, 2022) enfatiza que a EPT deve promover, “a integração e a verticalização da educação básica à educação profissional e educação superior” e orientar sua oferta formativa, “em benefício da consolidação e fortalecimento dos arranjos produtivos, sociais e culturais locais”.

Na prática, isso implica que o professor da EPT deve articular os pilares do PC com procedimentos típicos das áreas técnicas. Por exemplo:

- Na área de **Automação Industrial**, o pensamento algorítmico está diretamente relacionado à programação de CLPs e sistemas de controle.
- Na área de **Informática**, o reconhecimento de padrões e a análise de dados são fundamentais para desenvolvimento de sistemas.
- Na área de **Edificações**, a abstração e modelagem são essenciais para projetos arquitetônicos e planejamento urbano.
- Na área de **Química**, a decomposição de processos e o reconhecimento de padrões são centrais para análise laboratorial.

A abordagem híbrida que combina atividades plugadas e desplugadas é particularmente eficaz na EPT, pois permite que os estudantes compreendam os conceitos computacionais de forma concreta antes de aplicá-los em ferramentas digitais. Na EPT, a combinação entre atividades desplugadas e plugadas pode favorecer a construção gradual dos conceitos computacionais, permitindo que o estudante estabeleça relações entre situações concretas e sua posterior aplicação em ambientes digitais.

Além disso, a formação para a EPT precisa considerar que os estudantes dessa modalidade são, em sua maioria, jovens e adultos em processo de inserção ou reinserção no

mercado de trabalho. O PC, portanto, não pode ser ensinado como um conteúdo abstrato e descontextualizado, mas como uma ferramenta para o desenvolvimento de competências profissionais concretas. A pesquisa de Brackmann (Brackmann, 2017) revelou resultados favoráveis entre os estudantes do grupo experimental após a realização de atividades desplugadas. Esse resultado sugere que experiências iniciais com atividades desplugadas podem favorecer a posterior exploração autônoma de recursos digitais, contribuindo para o engajamento dos estudantes com o Pensamento Computacional. Na EPT, essa significação é potencializada pela vinculação direta com as áreas de atuação profissional, tornando o PC um elemento central na formação de profissionais críticos, criativos e preparados para os desafios da Indústria 4.0.

Compreendidas as especificidades do Pensamento Computacional na EPT, surge a questão central: como ensinar esses conceitos de forma significativa e engajadora? As metodologias ativas e a aprendizagem criativa oferecem respostas promissoras a esse desafio.

1.3. Metodologias Ativas e Aprendizagem Criativa como Motores do PC

A Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) constitui um dos pilares metodológicos mais potentes para o ensino do Pensamento Computacional. Conforme definido por Thomas (Thomas, 2000), no PBL “instrução e aprendizagem ocorrem dentro do contexto de um projeto desafiador”, no qual equipes de estudantes são apresentadas a problemas complexos que atuam como catalisadores para o que precisam aprender. Diferentemente de atividades pontuais, “tipicamente, projetos se estendem no tempo para atuar como veículos interativos que ajudam os estudantes a adquirir novos conjuntos de conhecimentos e habilidades” (Thomas, 2000).

No contexto da EPT, o PBL alinha-se perfeitamente à preparação para o mundo do trabalho, onde profissionais são desafiados a resolver problemas complexos de forma colaborativa. Como observado por Bender (Bender, 2014), as metodologias ativas “colocam o estudante no centro do processo de aprendizagem”, exigindo sua participação ativa na construção de soluções. A pesquisa de Guder e Webber (Guder & Webber, 2023) propõe uma abordagem que integra o PBL ao desenvolvimento do PC por meio da construção de aplicativos utilizando o MIT App Inventor, demonstrando que “os estudantes se envolvem na espiral do pensamento criativo” quando desafiados a criar produtos significativos.

A eficácia do PBL é evidenciada por universidades que adotam currículos orientados a projetos para desenvolver competências como comunicação, pensamento crítico e colaboração (Northface University, 2005). Oliveira (Oliveira, 2025) demonstrou que o treinamento baseado em PBL para programação competitiva resultou em um crescimento de 60% no número de participantes da OBI, com a média de pontuações saltando de 111 para 188 pontos, evidenciando o impacto positivo da metodologia.

1.3.1. Construcionismo e Aprendizagem Criativa

O Construcionismo, teoria educacional proposta por Seymour Papert (Papert, 1980), constitui o fundamento epistemológico da abordagem criativa ao PC. Papert ampliou o Construtivismo de Piaget ao enfatizar que a aprendizagem ocorre de maneira especialmente significativa quando o aluno está conscientemente engajado na construção de um artefato

público (Papert, 1980). Como destaca Valente (Valente, 1998), “o objetivo não é aprender a programar, mas sim usar a programação como uma ferramenta para a construção do conhecimento”, posicionando o computador como um “objeto-para-pensar-com” (Papert, 1985).

A Aprendizagem Criativa, desenvolvida por Mitchel Resnick e sua equipe no *Lifelong Kindergarten do MIT Media Lab*, atualiza e expande o Construcionismo para o século XXI. Resnick (Resnick, 2017) propõe os “4 Ps” como princípios fundamentais: **Projetos, Paixão, Pares e Pensar Brincando**. Segundo essa abordagem, as pessoas aprendem melhor quando têm a oportunidade de construir algo que seja significativo para elas (Resnick, 2017). O processo é descrito pela **Espiral da Aprendizagem Criativa**: imaginar, criar, brincar, compartilhar e refletir, que Resnick considera o motor do pensamento criativo (Resnick, 2017).

No contexto da EPT, essa abordagem se revela particularmente potente. Papert já alertava que “o meio sociocultural fornece o material a ser usado para a construção do conhecimento, influenciando os tipos de construções e a forma com que elas são construídas” (Papert, 1980). Assim, na EPT, os projetos devem emergir das demandas reais do setor produtivo, conectando a paixão dos estudantes às necessidades concretas do mundo do trabalho. A abordagem criativa também se alinha aos objetivos da BNCC, que propõe a superação da “fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento” e o estímulo à “aplicação na vida real” (Brasil. Ministério da Educação, 2018).

1.3.2. Metodologias ativas para PC desplugado e plugado

A abordagem híbrida combinando atividades desplugadas (sem computadores) e plugadas (com computadores) potencializa o desenvolvimento do PC na EPT, especialmente quando mediada por metodologias ativas.

As **atividades desplugadas** constituem um ponto de partida estratégico, particularmente relevante para contextos com infraestrutura tecnológica limitada. Como demonstrado por Brackmann (Brackmann, 2017), “as atividades desplugadas proporcionam uma sessão inspiradora e divertida para os professores e que eles também acham útil, interessante e melhora sua confiança” (Brackmann, 2017). A pesquisa evidenciou que estudantes que participaram de atividades desplugadas apresentaram melhoria significativa de desempenho ($p < 0,001$), indicando sua eficácia mesmo sem o uso de computadores (Brackmann, 2017). Metodologias ativas como resolução de problemas, jogos de tabuleiro, dinâmicas de grupo e estações de aprendizagem podem ser aplicadas nesse contexto.

As **atividades plugadas** ampliam essas possibilidades ao permitir que os estudantes transformem os conceitos explorados anteriormente em produtos digitais. O Scratch, por exemplo, oferece um ambiente de programação visual alinhado aos princípios do Construcionismo, com “pisos baixos, tetos altos e paredes largas” (Resnick, 2017), permitindo que estudantes com diferentes interesses e níveis de habilidade desenvolvam projetos com diferentes níveis de complexidade e expressem sua criatividade.

Na EPT, a integração entre metodologias ativas e PC se mostra especialmente promissora. Silva et al. (Silva et al., 2024) relataram que o uso de robótica educacional

associada a metodologias ativas “influenciou positivamente na aprendizagem, na autonomia, na motivação e no engajamento dos estudantes”. Bersaline e Bersaline (Bersaline & Bersaline, 2025) argumentam que a fusão entre PC e metodologias ativas “potencializa o desenvolvimento de competências socioemocionais e técnicas, ampliando as possibilidades da formação integral”. O professor da EPT encontra, assim, nas metodologias ativas e na aprendizagem criativa, um conjunto coeso de ferramentas para transformar o ensino do PC em uma experiência significativa, engajadora e conectada às demandas do mundo do trabalho.

1.4. Computação Desplugada e Ferramentas Computacionais

A Computação Desplugada, também conhecida como “*Computer Science Unplugged*”, refere-se a atividades que ensinam conceitos fundamentais da Ciência da Computação sem a utilização de computadores ou dispositivos eletrônicos. O termo foi popularizado por Bell, Witten e Fellows (Bell et al., 2006), que desenvolveram um conjunto de atividades *off-line* para ensinar tópicos como números binários, algoritmos de ordenação, criptografia e compressão de dados utilizando materiais simples como cartas, cordas e papel.

Na EPT, a abordagem desplugada adquire especial relevância por diversas razões. Primeiramente, como evidenciado pelos dados do Censo Escolar, muitas instituições enfrentam desafios de infraestrutura, 48,8% das escolas brasileiras não possuem laboratório de informática e 5,5% sequer possuem energia elétrica (MEC/INEP, 2017). Em segundo lugar, a abordagem desplugada permite que os estudantes compreendam os conceitos computacionais de forma concreta e corporal, antes de enfrentar a abstração da programação em computadores.

A pesquisa de Brackmann (Brackmann, 2017) demonstrou a eficácia dessa abordagem. Em experimento conduzido com estudantes de quinto e sexto anos na Espanha e no Brasil, os grupos experimentais que participaram de atividades desplugadas apresentaram melhoria significativa no Teste de Pensamento Computacional ($p < 0,001$), com aumento médio de 20,17% no desempenho. O autor observou que “os estudantes do grupo experimental se demonstraram bastante interessados no Scratch, pois após a primeira aula começaram a praticá-lo em casa”, sugerindo que as atividades desplugadas atuam como um facilitador para o engajamento com ferramentas digitais (Brackmann, 2017). A abordagem desplugada é recomendada para introdução de conceitos, contextos com infraestrutura limitada, trabalho com abstrações e desenvolvimento de habilidades socioemocionais.

No entanto, como alerta Brackmann (Brackmann, 2017), “atividades desplugadas não devem ser entendidas como uma solução completa de ensino. A abordagem desplugada não atende todos os fundamentos da Computação ou não proporciona uma prática plena” (Brackmann, 2017).

Recomenda-se que a abordagem desplugada seja utilizada como porta de entrada, sendo complementada por atividades plugadas que permitam a aplicação prática dos conceitos.

1.4.1. Ferramentas plugadas mapeadas por área técnica da EPT

A seleção adequada de ferramentas computacionais é fundamental para o sucesso do ensino de PC na EPT. Diferentes áreas técnicas demandam ferramentas específicas, que dialoguem com os contextos de atuação profissional. O quadro a seguir apresenta um mapeamento de ferramentas por eixo tecnológico:

Tabela 1.1. Ferramentas computacionais por área técnica da EPT

Área Técnica	Ferramentas	Conceitos de PC trabalhados
Informática/TI	Scratch, Python, App Inventor, Arduino	Algoritmos, abstração, depuração, estruturas de dados
Automação Industrial	CLP simulação, Arduino, Tinkercad	Algoritmos, lógica condicional, automação
Edificações	SketchUp, AutoCAD, ferramentas de modelagem 3D	Abstração, modelagem, visualização espacial
Química	Planilhas eletrônicas, simuladores de processos	Reconhecimento de padrões, análise de dados
Gestão	Excel, Power BI, sistemas de gestão	Organização de dados, análise, automação
Saúde	Simuladores, sistemas de prontuário eletrônico	Abstração, representação de dados, algoritmos

Para a área de **Informática**, ferramentas como Scratch e Python permitem o desenvolvimento de projetos completos, desde jogos até aplicações web. O MIT App Inventor é particularmente adequado para a criação de aplicativos móveis, conectando o PC às demandas do mercado de desenvolvimento de software (Guder & Webber, 2023). Na **Automação Industrial**, a simulação de CLPs e o uso de Arduino permitem que os estudantes compreendam o pensamento algorítmico aplicado ao controle de processos.

As ferramentas de **modelagem 3D** (SketchUp, AutoCAD) na área de Edificações desenvolvem habilidades de abstração e visualização espacial, fundamentais para o PC. Na **Química**, planilhas eletrônicas e simuladores de processos auxiliam no reconhecimento de padrões e na análise de dados experimentais. Na **Gestão**, ferramentas como Excel e Power BI desenvolvem habilidades de organização e análise de dados. Na área de **Saúde**, simuladores e sistemas de prontuário eletrônico permitem trabalhar abstração e representação de informações.

1.4.2. Critérios para escolha de ferramentas na prática docente

A escolha de ferramentas computacionais para o ensino de PC na EPT deve considerar os seguintes critérios, com base na literatura e nas recomendações de Brackmann (Brackmann, 2017) e Resnick (Resnick, 2017):

1. **Alinhamento com o eixo tecnológico:** A ferramenta deve dialogar com a área de formação do estudante, permitindo a aplicação dos conceitos de PC em contextos profissionais concretos.

2. **Curva de aprendizado adequada:** Ferramentas com “pisos baixos e tetos altos” (Resnick, 2017) permitem que iniciantes comecem rapidamente, enquanto oferecem desafios para estudantes mais avançados.
3. **Disponibilidade e custo:** Considerar ferramentas gratuitas (Scratch, Python) ou de baixo custo, especialmente em contextos com orçamento limitado.
4. **Suporte à criatividade:** Ferramentas que permitem a criação de projetos autorais e a expressão pessoal são mais eficazes para o engajamento dos estudantes (Resnick, 2017).
5. **Portabilidade e acessibilidade:** Ferramentas que funcionam em diferentes plataformas e dispositivos aumentam o acesso dos estudantes.
6. **Comunidade e material de apoio:** Ferramentas com comunidades ativas e materiais didáticos disponíveis facilitam a implementação.

A abordagem híbrida, que combina atividades desplugadas e plugadas, constitui uma estratégia pedagógica adequada ao ensino do Pensamento Computacional. Nesse contexto, as atividades desplugadas podem ser utilizadas como etapa introdutória e posteriormente articuladas a experiências plugadas, permitindo que os estudantes apliquem e aprofundem os conceitos trabalhados. Essa transição deve ocorrer de forma gradual, favorecendo a construção de uma compreensão conceitual antes da introdução às abstrações próprias da programação.

1.5. PC no Currículo da EPT: Transversalidade e Integração

Três modelos de integração do PC no currículo da EPT são identificados na literatura especializada: (1) disciplina específica, com profundidade mas risco de isolamento; (2) eixo transversal, com contextualização mas desafio de progressão; (3) projetos integradores, alinhados ao PBL e recomendados pela BNCC (Brasil. Ministério da Educação, 2018). A combinação dos três é a estratégia mais eficaz, conforme evidenciado por pesquisas recentes (Brackmann, 2017; Grover & Pea, 2013). Para ilustrar cada um desses modelos na prática, apresentamos a seguir três estudos de caso que demonstram diferentes formas de integração do PC em áreas técnicas específicas.

1.5.1. Estudo de Caso 1: Química - Análise da qualidade da água

O primeiro modelo de integração “projetos integradores” é exemplificado pelo caso da Química, onde o PC é mobilizado como ferramenta para a resolução de um problema real de análise ambiental, articulando conhecimentos técnicos e computacionais.

Contexto: Curso Técnico em Química, disciplina de Química Analítica. Os estudantes precisam analisar a qualidade da água de um rio local, identificando parâmetros de potabilidade.

Decomposição de etapas laboratoriais: O processo de análise da qualidade da água é decomposto em etapas: coleta de amostras, preparação de reagentes, realização de testes (pH, turbidez, oxigênio dissolvido, presença de contaminantes), registro de resultados e interpretação. Cada etapa é tratada como um subproblema, permitindo que os estudantes compreendam a complexidade do processo analítico.

Reconhecimento de padrões em resultados: Os estudantes comparam os resultados obtidos com padrões estabelecidos pela legislação (Portaria GM/MS nº 888/2021). Identificam padrões de contaminação, sazonalidade e correlações entre diferentes parâmetros. Este processo desenvolve a habilidade de reconhecer padrões em dados, fundamental para a tomada de decisão científica.

Abstração de informações relevantes: Os estudantes aprendem a abstrair informações essenciais dos dados coletados, identificando quais parâmetros são mais relevantes para a avaliação da qualidade da água e quais podem ser desconsiderados em função do contexto. Esta habilidade é central para o PC e para a prática profissional em Química.

Algoritmo de classificação: Os estudantes desenvolvem um fluxograma (algoritmo) para classificar a qualidade da água com base nos resultados analíticos. O algoritmo considera critérios como: SE $\text{pH} < 6.5$ OU $\text{pH} > 8.5$ ENTAO "Não potável"; SENA O SE $\text{turbidez} > 5$ NTU ENTAO "Não potável"; SENA O "Potável". Este exercício desenvolve o pensamento algorítmico e a lógica condicional.

1.5.2. Estudo de Caso 2: Informática - Plataforma web para mapeamento de problemas urbanos

O segundo modelo "disciplina específica com abordagem transversal" é ilustrado pelo caso da Informática, onde o desenvolvimento de sistemas integra conceitos de PC de forma orgânica ao currículo técnico.

Contexto: Curso Técnico em Informática, disciplina de Desenvolvimento de Sistemas. Os estudantes devem desenvolver uma plataforma web para mapeamento de problemas urbanos (buracos, iluminação, lixo) em parceria com a prefeitura local.

Decomposição do sistema em módulos: O sistema é decomposto em módulos funcionais: cadastro de usuários, georreferenciamento de ocorrências, envio de denúncias, painel de visualização, relatórios e integração com a prefeitura. Cada módulo é desenvolvido separadamente, utilizando diferentes tecnologias (*front-end*, *back-end*, banco de dados), permitindo que os estudantes compreendam a arquitetura de sistemas complexos.

Padrões de ocorrências: Os estudantes analisam dados históricos de ocorrências para identificar padrões: áreas com maior concentração de problemas, sazonalidade, tempo

médio de resolução. Utilizam ferramentas de análise de dados para visualizar esses padrões e gerar *insights* para a gestão pública.

Abstração de dados essenciais: Os estudantes abstraem informações essenciais dos dados coletados, definindo quais atributos são necessários para cada funcionalidade do sistema. Por exemplo, para o georreferenciamento, são necessárias coordenadas GPS; para o envio de denúncias, título, descrição e foto. Esta habilidade é fundamental para o *design* de bancos de dados e interfaces.

Algoritmos de validação: Os estudantes implementam algoritmos de validação para garantir a integridade dos dados: validação de coordenadas (latitude/longitude dentro de limites), validação de campos obrigatórios, validação de formato de e-mail. Este exercício desenvolve o pensamento algorítmico e a compreensão de lógica condicional aplicada à programação.

1.5.3. Estudo de Caso 3: Edificações - Planejamento de praça sustentável

O terceiro modelo "eixo transversal" é exemplificado pelo caso de Edificações, onde o PC permeia diferentes disciplinas do curso, articulando-se com conteúdos de projetos, planejamento urbano e sustentabilidade.

Contexto: Curso Técnico em Edificações, disciplina de Projetos. Os estudantes devem planejar uma praça sustentável em um terreno disponível na cidade, considerando aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Decomposição do projeto: O projeto é decomposto em áreas: paisagismo, mobiliário urbano, acessibilidade, drenagem, iluminação, áreas de lazer. Cada área é tratada como um subprojeto, com especificações técnicas, dimensionamento e integração com as demais.

Padrões de problemas urbanos: Os estudantes analisam problemas urbanos comuns em praças da cidade: falta de acessibilidade, iluminação inadequada, drenagem deficiente, ausência de áreas de convivência. Identificam padrões que orientam o planejamento da nova praça.

Abstração de especificações técnicas: Os estudantes abstraem especificações técnicas relevantes de normas e legislação (ABNT, código de obras, plano diretor), selecionando apenas os requisitos aplicáveis ao projeto. Esta habilidade é central para o exercício profissional na área de edificações.

Algoritmo de planejamento: Os estudantes desenvolvem um cronograma (algoritmo) para o planejamento e execução do projeto, considerando etapas como: levantamento

topográfico, projeto paisagístico, projeto de drenagem, projeto de iluminação, licitação, execução, manutenção. O cronograma estabelece a sequência lógica das atividades, suas interdependências e prazos.

1.5.4. Orientações para adaptação a outras áreas técnicas

A metodologia apresentada nos estudos de caso pode ser adaptada para diferentes áreas técnicas da EPT. O quadro a seguir oferece sugestões para áreas não contempladas nos estudos de caso:

Tabela 1.2. Sugestões de adaptação do PC para diferentes áreas técnicas

Área Técnica	Contexto típico	Conceitos de PC aplicados
Agropecuária	Análise de solo, manejo de culturas	Decomposição de processos, reconhecimento de padrões em dados agrícolas
Eletrotécnica	Projeto de instalações elétricas	Abstração de especificações, algoritmos de dimensionamento
Mecânica	Projeto de máquinas	Decomposição de sistemas, reconhecimento de padrões de falhas
Logística	Planejamento de rotas	Algoritmos de otimização, reconhecimento de padrões de demanda
Meio Ambiente	Monitoramento ambiental	Abstração de dados, reconhecimento de padrões de poluição

Para adaptar os conceitos de PC a outras áreas, recomenda-se o seguinte roteiro:

1. Identificar problemas típicos da área que possam ser decompostos em etapas.
2. Mapear padrões recorrentes nos problemas ou em seus dados.
3. Selecionar informações essenciais que devem ser abstraídas para a tomada de decisão.
4. Descrever o processo de solução como um algoritmo ou fluxograma.

1.6. Avaliação do Pensamento Computacional

A avaliação do Pensamento Computacional é um dos aspectos mais desafiadores da sua implementação educacional. Como observa Brackmann (Brackmann, 2017), “a avaliação de conceitos da Computação em escolas tem sido um desafio também para os educadores” (Brackmann, 2017). O National Research Council destaca a falta de metodologia adequada para avaliação do PC em escolas primárias, assim como pesquisas formais com relação à melhoria cognitiva de alunos sobre conceitos envolvidos no PC. Sem a devida

avaliação, o PC na sala de aula não terá probabilidade de seguir o caminho de sucesso em nenhum currículo. Os principais desafios identificados na literatura incluem:

1. **Dificuldade de medir processos de pensamento:** O PC envolve processos cognitivos internos que não são diretamente observáveis.
2. **Abordagens diversificadas:** As diferentes definições de PC geram diferentes critérios de avaliação.
3. **Contexto e colaboração:** O PC frequentemente é desenvolvido em contextos colaborativos, o que torna difícil identificar a contribuição individual.
4. **Transversalidade:** Quando o PC está incorporado a outras disciplinas, torna-se difícil separar o aprendizado de conceitos computacionais de outros conteúdos.

O estudo de Brackmann (Brackmann, 2017) utilizou o Teste de Pensamento Computacional (TPC), desenvolvido por Román-González (Román-González et al., 2015), como instrumento para avaliar o desempenho dos estudantes. O uso desse instrumento ilustra a importância de associar a implementação de atividades de PC a estratégias sistemáticas de avaliação.

1.6.1. Instrumentos de avaliação

Os principais desafios identificados na literatura (Brackmann, 2017; Román-González et al., 2015; Seiter & Foreman, 2013) incluem:

1.6.1.1. Rubricas analíticas

As rubricas analíticas permitem avaliar diferentes dimensões do PC de forma estruturada e transparente. Seiter e Foreman (Seiter & Foreman, 2013) propuseram uma abordagem baseada em “variáveis de evidência”, com indicadores organizados em três níveis de desempenho (Básico, Em Desenvolvimento, Proficiente). Os indicadores incluem: aparência (animação), som, movimento, variáveis, sequência e iteração, expressões booleanas, operadores, condicionais, coordenação e eventos. Esta abordagem é particularmente útil para avaliar projetos em linguagens visuais como Scratch.

1.6.1.2. Portfólios

Os portfólios permitem documentar o processo de aprendizagem, incluindo rascunhos, versões intermediárias e reflexões dos estudantes. Berry (Berry, 2013) recomenda que os alunos mantenham um blog ou registro de vídeo de seu trabalho, incorporando um comentário reflexivo ao lado de exemplos do que eles fizeram. Esta abordagem permite avaliar não apenas o produto final, mas também o processo de desenvolvimento do PC.

1.6.1.3. Testes de conceitos

Testes padronizados, como o Teste de Pensamento Computacional de Román-González (Román-González et al., 2015) e o *Bebras Challenge* (desafio internacional de pensamento computacional), oferecem uma forma objetiva de avaliar o conhecimento conceitual. O Bebras Brasil, versão nacional do desafio, apresenta problemas que exigem a aplicação de conceitos de PC em diferentes contextos, sendo adequado para diferentes faixas etárias.

Os testes de conceitos avaliam habilidades como:

- **Abstração:** Identificar informações essenciais em problemas complexos.
- **Decomposição:** Dividir problemas em partes menores.
- **Reconhecimento de padrões:** Identificar similaridades em diferentes situações.
- **Algoritmos:** Compreender e construir sequências de passos para solução de problemas.

1.6.2. Avaliação autêntica na EPT: integrando PC à avaliação de competências técnicas

Na EPT, a avaliação do PC deve ser integrada à avaliação de competências técnicas, valorizando a aplicação em contextos profissionais autênticos. Algumas estratégias incluem:

1. **Avaliação baseada em projetos:** Os estudantes são avaliados pela qualidade dos projetos desenvolvidos, considerando tanto os aspectos técnicos quanto o uso de conceitos de PC. Por exemplo, na área de Química, a avaliação pode considerar a qualidade da decomposição das etapas laboratoriais e a precisão do algoritmo de classificação da qualidade da água.
2. **Avaliação por pares:** Os estudantes revisam e avaliam o trabalho dos colegas, fornecendo *feedback* crítico e construtivo. Esta prática desenvolve a comunicação e a colaboração, além de aprofundar a compreensão dos conceitos.
3. **Portfólios reflexivos:** Os estudantes documentam seu processo de aprendizagem, incluindo a aplicação de conceitos de PC em situações profissionais. A reflexão sobre o próprio aprendizado é uma habilidade fundamental para a formação profissional.
4. **Simulações e estudos de caso:** Os estudantes resolvem problemas simulados que exigem a aplicação de conceitos de PC em contextos profissionais realistas.

A avaliação autêntica na EPT deve considerar não apenas o produto final, mas também o processo, a colaboração e a capacidade de transferir conceitos de PC para diferentes contextos profissionais.

1.7. Oficina: Elaboração de Projetos Pedagógicos com PC

A oficina tem como objetivo orientar docentes da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) na elaboração de projetos pedagógicos que integrem o Pensamento Computacional aos conteúdos e situações de aprendizagem de suas áreas técnicas. A proposta parte de uma situação-problema e conduz os participantes pela definição das habilidades de PC, escolha da metodologia e das ferramentas, planejamento da avaliação e organização dos recursos necessários.

A atividade é organizada em seis etapas, nas quais os participantes constroem progressivamente uma proposta de projeto pedagógico, articulando atividades desplugadas e plugadas de acordo com os objetivos de aprendizagem.

1.7.1. Etapa 1: Identificação do problema

Inicialmente, os participantes definem uma situação-problema relacionada à área técnica e, sempre que possível, ao contexto profissional dos estudantes. O problema deve ser significativo e adequado aos objetivos de aprendizagem.

Produto esperado: situação-problema definida e contextualizada.

1.7.2. Etapa 2: Mapeamento de conceitos de PC

A partir do problema definido, os participantes identificam as habilidades de Pensamento Computacional que podem ser desenvolvidas, considerando aspectos como decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos.

Produto esperado: habilidades de PC relacionadas ao problema.

1.7.3. Etapa 3: Escolha da metodologia

Os participantes selecionam a metodologia ou estratégia pedagógica mais adequada aos objetivos definidos, podendo combinar atividades desplugadas, atividades plugadas, Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Baseada em Problemas ou outras estratégias ativas.

Produto esperado: metodologia ou combinação de estratégias definida.

1.7.4. Etapa 4: Seleção das ferramentas

As ferramentas são selecionadas de acordo com os objetivos pedagógicos, considerando aspectos como alinhamento com a área técnica, facilidade de uso, disponibilidade, acessibilidade e potencial para apoiar a aprendizagem. A escolha deve ser justificada em função das necessidades do projeto.

Produto esperado: ferramentas selecionadas e justificadas.

1.7.5. Etapa 5: Planejamento da avaliação

Os participantes definem como a aprendizagem será acompanhada e quais evidências permitirão verificar o desenvolvimento das habilidades previstas. Podem ser utilizados projetos, atividades práticas, questionários, observações, rubricas ou outros instrumentos adequados.

Produto esperado: estratégia e instrumentos de avaliação definidos.

1.7.6. Etapa 6: Cronograma e recursos

Por fim, os participantes organizam as atividades do projeto em um cronograma e identificam os recursos materiais, tecnológicos e humanos necessários para sua execução.

Produto esperado: cronograma preliminar e recursos necessários definidos.

1.7.7. Organização temporal da oficina

A oficina pode ser desenvolvida em 180 minutos, distribuídos entre momentos de contextualização, elaboração das propostas e socialização dos resultados.

Atividade	Tempo
Contextualização do PC na EPT	20 min
Identificação do problema e mapeamento do PC	30 min
Escolha da metodologia e das ferramentas	25 min
Elaboração do projeto	45 min
Planejamento da avaliação e dos recursos	20 min
Socialização e discussão das propostas	30 min
Síntese e encaminhamentos	10 min
Total	180 min

Tabela 1.3. Cronograma de atividades

1.7.8. Exemplo prático

Como aplicação das etapas propostas, pode-se utilizar um projeto relacionado à análise da qualidade da água. Os participantes definem o problema, identificam as habilidades de PC envolvidas, selecionam estratégias desplugadas e plugadas, escolhem as ferramentas necessárias e estabelecem os procedimentos de avaliação. O exemplo demonstra como o Pensamento Computacional pode ser integrado a problemas contextualizados das áreas técnicas, sem restringi-lo ao ensino de programação.

1.7.9. Avaliação e acompanhamento

Ao final da oficina, os participantes apresentam suas propostas para discussão coletiva, possibilitando identificar ajustes na relação entre problema, habilidades de PC, metodologia, ferramentas e avaliação. Espera-se que cada participante ou grupo conclua a atividade com um esboço de projeto pedagógico contextualizado à sua área técnica, passível de aplicação e posterior aprimoramento.

1.8. Compartilhamento, Reflexão Final e Próximos Passos

Esta seção final do minicurso propõe a socialização dos projetos elaborados, a discussão coletiva sobre os desafios antecipados e a apresentação de recursos para aprofundamento.

1.8.1. Socialização dos projetos elaborados

Cada participante ou grupo apresenta seu projeto pedagógico em até 5 minutos, destacando:

- O problema identificado e sua relevância para a área técnica.
- Os conceitos de PC trabalhados.
- A metodologia escolhida.
- Os principais desafios previstos.

A apresentação deve ser seguida de perguntas e comentários dos demais participantes, promovendo o intercâmbio de experiências e a construção coletiva de conhecimento.

1.8.2. Discussão coletiva: desafios antecipados e soluções

A discussão coletiva aborda os desafios mais frequentes na implementação do PC na EPT, identificados na literatura e na prática dos participantes:

- **Falta de infraestrutura:** Como implementar o PC em contextos com laboratórios limitados? *Solução:* Priorizar atividades desplugadas e ferramentas de baixo custo.
- **Formação docente:** Como desenvolver as competências necessárias para ensinar PC? *Solução:* Participar de formações continuadas, grupos de estudo e comunidades de prática.
- **Resistência à mudança:** Como convencer gestores e colegas da importância do PC? *Solução:* Apresentar evidências de pesquisa, como os resultados de Brackmann (Brackmann, 2017), que demonstraram melhoria significativa de desempenho ($p < 0,001$) com atividades de PC.
- **Tempo disponível:** Como integrar o PC sem sobrecarregar o currículo? *Solução:* Utilizar a transversalidade, integrando o PC a disciplinas já existentes.
- **Avaliação:** Como avaliar o PC de forma justa e eficaz? *Solução:* Utilizar múltiplos instrumentos (rubricas, portfólios, testes de conceitos).

1.8.3. Recursos para aprofundamento

Para continuar o desenvolvimento profissional, recomenda-se aos participantes os seguintes recursos:

- **Bell, T.; Witten, I. H.; Fellows, M. (2006).** *Computer Science Unplugged: Off-line activities and games for all ages*. Disponível em: csunplugged.org.
- **Brackmann, C. P. (2017).** *Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de Atividades Desplugadas na Educação Básica*. Tese de Doutorado, UFRGS.

- **Resnick, M. (2017).** *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. MIT Press.
- **Code.org:** Plataforma com cursos e atividades para o ensino de PC. Disponível em: code.org.
- **Bebras Brasil:** Desafio internacional de pensamento computacional. Disponível em: bebras.org.br.
- **Sociedade Brasileira de Computação:** Materiais e publicações sobre PC na Educação Básica. Disponível em: sbc.org.br.
- **Scratch:** Linguagem de programação visual para crianças e jovens. Disponível em: scratch.mit.edu.

1.8.4. Considerações finais

O Pensamento Computacional representa uma habilidade fundamental para a formação dos estudantes da EPT, preparando-os para os desafios do mundo do trabalho na era digital. Como argumentou Wing (Wing, 2006), o PC é “uma habilidade fundamental para todos, não apenas para cientistas da Computação. Além de aprender a ler, escrever e calcular, deveríamos adicionar Pensamento Computacional na capacidade analítica de cada criança”.

A integração do PC no currículo da EPT exige uma abordagem cuidadosa, considerando as especificidades de cada área técnica, os recursos disponíveis e as necessidades dos estudantes. A abordagem híbrida combinando atividades desplugadas e plugadas, o uso de metodologias ativas (PBL, Construcionismo) e a avaliação autêntica são elementos-chave para uma implementação bem-sucedida.

Espera-se que os participantes deste minicurso tenham adquirido os conhecimentos e as ferramentas necessárias para integrar o PC em sua prática pedagógica, contribuindo para a formação de profissionais críticos, criativos e preparados para os desafios da sociedade contemporânea.

Declaração de Uso de IA Generativa

Este trabalho foi elaborado com o auxílio de ferramentas de Inteligência Artificial Generativa para fins de revisão textual, correção gramatical e sugestões de formatação. O ChatGPT (modelo GPT-4) foi utilizado para revisar a estrutura do texto, sugerir melhorias na clareza e consistência da linguagem, e auxiliar na padronização das referências bibliográficas. O autor manteve controle integral sobre o conteúdo, a argumentação e as conclusões apresentadas, sendo o único responsável pela precisão e integridade das informações.

Referências

Bell, T., Witten, I. H., & Fellows, M. (2006). *Computer Science Unplugged: Off-line Activities and Games for All Ages*.

- Bender, W. N. (2014). *Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI*. Penso.
- Berry, M. (2013). *Computing in the National Curriculum: A Guide for Primary Teachers*.
- Bersaline, M., & Bersaline, M. C. S. (2025). Do código ao comando: aplicações do pensamento computacional em metodologias ativas para o ensino de liderança. *Brazilian Journal of Development*, 11(8).
- Brackmann, C. P. (2017). *Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de Atividades Desplugadas na Educação Básica* [Tese (Doutorado em Informática na Educação)]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Brasil. (1996). Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996: Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. MEC.
- Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. (2022). *Diretrizes para a Educação Profissional e Tecnológica do Brasil*. Conif.
- CSTA/ISTE. (2011). Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education.
- Farag, B. (2016). Please Don't Learn to Code. *TechCrunch*.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.
- Guder, D., & Webber, C. G. (2023). Uma proposta didática para o desenvolvimento do pensamento computacional nas aulas de matemática por meio da construção de aplicativos [Produto Educacional, UCS].
- MEC/INEP. (2017). *Anuário Brasileiro da Educação Básica*. Editora Moderna.
- Northface University. (2005). Learner-Centered Instruction Promotes Student Success. *THE Journal*.
- Oliveira, C. F. (2025). Avaliação do Impacto de Metodologias Ativas e Pensamento Computacional no Desempenho em Programação Competitiva [Qualificação de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia].
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Papert, S. (1985). *Logo: Computadores e Educação*. Brasiliense.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. MIT Press.
- Román-González, M., Pérez, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2015). Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general. *III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015)*.
- Seiter, L., & Foreman, B. (2013). Modeling the Learning Progressions of Computational Thinking of Primary Grade Students. *Proceedings of the 9th Annual International ACM Conference on International Computing Education Research*, 59–66.

- Setzer, V. W. (2008). Roda Viva com Professor Valdemar Setzer.
- Silva, V. A., Resende, H., & Ferreira, H. N. M. (2024). Ensino de Pensamento Computacional e Programação utilizando Robótica Educacional e Metodologias Ativas. *Anais do III WPCI*.
- Thomas, J. W. (2000). A Review of Research on Project-Based Learning. *Learning*.
- Valente, J. A. (1998). *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*. UNICAMP.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- Wing, J. M. (2010). Computational Thinking: What and Why? *The Link*.
- Wing, J. M. (2014). Computational Thinking Benefits Society [Social Issues in Computing].

Currículo Resumido do Autor



Wendell Bento Geraldles é professor EBTT no Instituto Federal de Goiás (IFG) - Campus Luziânia. Mestre em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação pela Universidade Católica de Brasília (UCB), com dissertação sobre Pensamento Computacional na Educação Profissional e Tecnológica. Especialista em Informática em Educação pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) e Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Atua na interseção entre Educação e Computação, dedicando-se ao estudo e à aplicação de metodologias ativas, com ênfase em Pensamento Computacional, Aprendizagem Baseada em Projetos, Construcionismo, gamificação, sala de aula invertida e tecnologias educacionais. É entusiasta do Software Livre, tendo coordenado edições do FLISOL em Anápolis (2010-2012) e em Luziânia (2013-2023), além do Scratch Day em Luziânia (2015-2023).

Autor de publicações nacionais e internacionais sobre Pensamento Computacional na EPT, metodologias ativas, gamificação com Kahoot, sala de aula invertida, tecnologias móveis e inclusão educacional. Seus projetos de ensino, pesquisa e extensão são voltados à formação de professores e estudantes da Educação Profissional e Tecnológica, com destaque para a integração transversal do Pensamento Computacional às áreas técnicas (Informática, Química, Edificações, Automação Industrial, entre outras).

Atualmente, suas pesquisas concentram-se na integração do PC ao currículo da EPT, na formação continuada de professores para o uso de tecnologias educacionais e na elaboração de projetos pedagógicos com metodologias ativas. Busca formar profissionais críticos, criativos e preparados para os desafios da Indústria 4.0, alinhando sua prática às diretrizes da BNCC e da Política Nacional de EPT.

E-mail: wendell.geraldes@ifg.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9294566100344395>

IFG - Campus Luziânia

Capítulo

2

Desmistificando a Caixa Preta: Computação, Física e Dados no Letramento em Inteligência Artificial para Educadores

Cibele Nunes Cabral, Hodara Cristina Nobre Ferreira e Léia Sousa de Sousa

Abstract

Artificial Intelligence is increasingly present in school life through search engines, recommender systems, generative tools, adaptive platforms, and automated assessment practices. However, many teacher education initiatives still approach AI as a set of tools, without discussing its physical infrastructure, data dependence, statistical reasoning, social consequences, and ethical limits. This material presents a didactic proposal for a JAIE short course grounded in the PISA 2029 Media and Artificial Intelligence Literacy framework and in recent AI literacy frameworks for Basic Education. The material is organized as a training handbook for educators, researchers, and professionals working in education, computing, and technologies, with investigation stations, unplugged alternatives, demonstrations using Teachable Machine, PhET simulations, data visualization, and the gamified activity called the AI Trial. The aim is to show that AI is not magic: it is a sociotechnical system constituted by infrastructure, data, algorithms, human decisions, and educational contexts.

Resumo

A Inteligência Artificial está cada vez mais presente na vida escolar por meio de buscadores, sistemas de recomendação, ferramentas generativas, plataformas adaptativas e práticas automatizadas de avaliação. Entretanto, muitas formações docentes ainda tratam a IA como um conjunto de ferramentas, sem discutir sua infraestrutura física, dependência de dados, raciocínio estatístico, consequências sociais e limites éticos. Este material apresenta uma proposta didática de minicurso para a JAIE fundamentada no modelo Media and Artificial Intelligence Literacy do PISA 2029 e em referenciais recentes de letramento em IA para a Educação Básica. O material foi organizado como um caderno de formação para educadores, pesquisadores e profissionais que atuam com educação, computação e

tecnologias, com estações de investigação, alternativas desplugadas, demonstrações com Teachable Machine, simulações PhET, visualização de dados e a dinâmica gamificada Tribunal da IA. O objetivo é mostrar que a IA não é mágica: é um sistema sociotécnico constituído por infraestrutura, dados, algoritmos, decisões humanas e contextos educacionais.

2.1. Introdução

A pergunta que orienta este material formativo é: como apoiar professores, pesquisadores e profissionais da educação a compreenderem a Inteligência Artificial sem reduzi-la a uma lista de ferramentas, a um modismo tecnológico ou a uma “caixa preta” inacessível? A popularização da Inteligência Artificial Generativa levou *chatbots*, geradores de imagem, sistemas de recomendação, plataformas adaptativas e assistentes de escrita para a vida escolar, ampliando dúvidas sobre autoria, avaliação, privacidade, confiabilidade das respostas, reprodução de preconceitos, sustentabilidade e desigualdades de acesso.

O minicurso propõe um percurso teórico-prático, interdisciplinar e de reduzida barreira tecnológica. A IA é abordada como sistema sociotécnico, isto é, como uma cadeia formada por infraestrutura física, dados, algoritmos, interfaces, decisões humanas e contextos educacionais. Essa perspectiva evita tratar a IA apenas como ferramenta ou apenas como tema ético abstrato: a Física evidencia dispositivos, redes, servidores, energia, refrigeração e *data centers*; a Computação explica modelos, padrões, treinamento, erro e generalização; e a Matemática/Dados apoia a análise de amostras, variáveis, *proxies*, correlações, vieses e visualizações.

A proposta ancora-se no domínio *Media and Artificial Intelligence Literacy* (MAIL) do PISA 2029, apresentado em versão preliminar como uma das inovações previstas para a avaliação internacional de 2029 (OECD, 2026). O MAIL busca avaliar se estudantes conseguem compreender, usar, analisar, criar e agir responsavelmente em ambientes digitais mediados por mídias e sistemas de IA. Ao integrar letramento midiático e letramento em IA, esse referencial desloca a formação do simples uso de ferramentas para perguntas críticas: quem produziu esta informação? que evidências sustentam esta resposta? que papel a plataforma ou o algoritmo teve no que aparece para mim? que riscos existem para privacidade, autoria, participação, inclusão e justiça?

O material também dialoga com o *AI Literacy Framework for Primary and Secondary Education*, publicado pela OECD e pela União Europeia, que organiza o letramento em IA em dimensões como engajar-se com IA, criar com IA, gerenciar IA e moldar IA (OECD & European Union, 2026). No contexto brasileiro, relaciona-se à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao complemento Computação da BNCC (Brasil. Ministério da Educação, 2018, 2022) e a diretrizes recentes de educação digital e midiática (Brasil. Conselho Nacional de Educação, 2025; Brasil. Ministério da Educação, 2025). A Nota Técnica do Instituto Palavra Aberta sobre MAIL é mobilizada como documento de mediação pública produzido por uma organização brasileira dedicada à educação midiática, ajudando a traduzir a relevância do tema para o debate nacional (Ochs, 2026).

Assim, o minicurso parte de um pressuposto central: *a escola brasileira não precisa esperar que a IA se torne uma disciplina isolada para começar a trabalhar esse tema.*

A IA pode ser integrada às áreas já existentes, desde que professores tenham repertório conceitual, experiências formativas concretas e materiais didáticos adaptáveis a diferentes contextos educacionais.

2.1.1. Público-alvo e objetivos de aprendizagem

O minicurso foi planejado para uma audiência heterogênea: docentes da Educação Básica e Superior, profissionais que atuam em formação docente, pesquisadores das áreas de Educação, Computação, Informática na Educação e Tecnologias, bem como participantes interessados em compreender a IA para além do uso instrumental de ferramentas. Ao final, espera-se que os participantes sejam capazes de:

1. explicar, em linguagem acessível, por que a IA deve ser compreendida como um sistema sociotécnico, e não como mágica, consciência artificial ou ferramenta neutra;
2. reconhecer relações entre IA, infraestrutura física, energia, redes, dispositivos, data centers e sustentabilidade;
3. descrever o ciclo básico de uma atividade de aprendizagem de máquina, incluindo coleta de exemplos, treinamento, teste, erro, acurácia e viés de coleta;
4. analisar criticamente dados educacionais, identificando amostras incompletas, variáveis, *proxies*, correlações indevidas e riscos de interpretação;
5. aplicar critérios éticos para avaliar usos pedagógicos de IA, considerando autoria, privacidade, inclusão, transparência, revisão humana e possibilidade de contestação;
6. elaborar um plano de aula ou roteiro de oficina replicável, com alternativa desplugada e adequação ao contexto de atuação.

2.1.2. Como utilizar este material no minicurso

Este material foi escrito como caderno de formação para apoiar a participação no minicurso e a posterior replicação das atividades em contextos educacionais. Por isso, combina fundamentação teórica, roteiros de demonstração, atividades mão na massa, alternativas de baixa conectividade, rubricas e exemplos de transposição didática. Ao longo do percurso, o participante encontrará:

- uma síntese didática do modelo MAIL e de sua relação com letramento em IA, educação midiática, pensamento computacional e letramento em dados;
- quatro Estações de Investigação, cada uma com objetivos, materiais, passo a passo, perguntas orientadoras, erros comuns e alternativas desplugadas;
- uma dinâmica gamificada, intitulada *Tribunal da IA*, para analisar um caso fictício de uso de IA preditiva em uma rede escolar;
- exemplos de demonstrações com Google Teachable Machine, simuladores PhET, RAW-Graphs, Datawrapper, Flourish e ferramentas de IA generativa;
- modelos de rubrica, checklist de uso ético e roteiro de plano de aula para que os participantes saiam do minicurso com um produto replicável.

Ao longo das estações, as pessoas participantes serão convidadas a observar essas camadas sociotécnicas em situações concretas de ensino, análise de dados, uso de ferramentas e tomada de decisão educacional. Em vez de apresentar a IA como uma ferramenta única, o minicurso a decompõe em infraestrutura física, dados, modelos, interfaces, usos

pedagógicos e impactos sociais. Essa organização ajuda os participantes a compreenderem que toda resposta produzida por IA depende de uma cadeia de elementos interdependentes.

2.2. Fundamentação: do letramento midiático ao letramento em IA

O letramento midiático historicamente envolve acessar, analisar, avaliar, criar e participar em ambientes de mídia, considerando autoria, propósito, público, linguagem, representação e credibilidade (Hobbs, 2020; National Association for Media Literacy Education, 2023). O avanço da IA altera esse cenário porque muitos conteúdos que circulam nas plataformas são produzidos, filtrados, recomendados, resumidos ou reorganizados por sistemas automatizados. O desafio aqui é encontrar respostas para questões como: que dados alimentaram esta recomendação? Que critérios de ranqueamento foram usados? Como a plataforma personalizou o que aparece para mim? Que padrões históricos foram aprendidos pelo sistema?

O PISA 2029 propõe o MAIL justamente para integrar essas duas dimensões. O próprio documento preliminar do PISA destaca a interdependência entre letramento midiático e letramento em IA: sem compreender IA, o letramento midiático corre o risco de não perceber como algoritmos geram, filtram e amplificam conteúdos; sem letramento midiático, o letramento em IA pode ficar excessivamente técnico e desconectado de narrativas, representações, valores e poder (OECD, 2026).

O modelo MAIL possui cinco competências. No minicurso, cada competência é traduzida para perguntas simples que podem orientar uma aula, uma oficina ou uma discussão com estudantes. A Tabela 2.1 sintetiza essa tradução.

Tabela 2.1. Competências MAIL traduzidas em perguntas pedagógicas.

Competência MAIL	Perguntas para a sala de aula
Refletir e agir ética e responsavelmente	Que consequências esta ação digital pode ter para mim, para outras pessoas e para a comunidade? Há privacidade, segurança, respeito, inclusão e sustentabilidade?
Acessar e usar	Como localizar, consultar, organizar e usar informações, mídias e ferramentas de IA sem aceitar automaticamente as configurações da plataforma?
Analisar e avaliar	Quem ou o que produziu esta mensagem? Que evidências sustentam a resposta? Há erro, viés, interesse comercial, conteúdo sintético ou omissão relevante?
Participar e colaborar	Como interagir com pessoas e sistemas de IA de modo respeitoso, transparente e responsável? Como colaborar sem terceirizar a aprendizagem?
Criar	Como produzir mensagens, dados, imagens, modelos ou soluções com IA mantendo autoria humana, finalidade pedagógica, revisão crítica e responsabilidade?

Essa matriz ajuda a deslocar a discussão da pergunta restrita “pode ou não pode usar IA?” para perguntas mais ricas: para quê usar? com que dados? com que limites? quem revisa? quem é afetado? o que se aprende nesse processo? Essa mudança é coerente com a orientação da UNESCO de tratar IA na educação a partir de uma perspectiva centrada no humano, com atenção à ética, à pedagogia, à inclusão, à privacidade, à agência docente e ao desenvolvimento profissional (Miao & Cukurova, 2024; Miao & Holmes, 2023).

Para orientar as atividades do minicurso, este material trabalha com quatro ideias fundamentais:

1. **IA não é humana.** Sistemas de IA geram saídas com base em procedimentos computacionais, dados e inferências estatísticas. Podem produzir respostas úteis, mas não possuem intenção, consciência ou compreensão humana (Bender *et al.*, 2021; Russell & Norvig, 2022).
2. **IA aprende padrões, não verdades.** Modelos ajustam parâmetros a partir de exemplos. Se os exemplos são incompletos, enviesados ou pouco representativos, os resultados podem reproduzir ou ampliar desigualdades (Barocas *et al.*, 2023; Buolamwini & Gebu, 2018).
3. **IA depende de infraestrutura.** O funcionamento de modelos envolve dispositivos, redes, servidores, energia, água, minerais, refrigeração e descarte eletrônico. A sustentabilidade precisa fazer parte da discussão escolar (Luccioni *et al.*, 2024; Strubell *et al.*, 2019).
4. **IA exige responsabilidade humana.** Decisões sobre adoção, avaliação, autoria, privacidade, explicação e contestação devem permanecer sob supervisão humana, especialmente em contextos educacionais (Miao & Cukurova, 2024; Miao & Holmes, 2023).

2.2.1. Relações com Computação, Física e Matemática/Dados

A proposta é interdisciplinar porque cada área revela uma parte diferente da caixa preta. A Computação explicita algoritmos, dados, classificação, generalização, erro e pensamento computacional. A Física revela energia, calor, eletricidade, sensores, redes e materialidade da nuvem. A Matemática e os Dados permitem analisar amostras, proporções, probabilidade, correlação, visualização e viés. A Tabela 2.2 apresenta essa articulação.

Tabela 2.2. Articulação interdisciplinar do minicurso.

Área	Contribuição para desmistificar a IA	Exemplo didático
Física	Mostra que a IA depende de infraestrutura material, energia, transmissão de dados, aquecimento, refrigeração e dispositivos.	Estimar o consumo energético de uma sequência de usos de IA e discutir alternativas mais sustentáveis.
Computação	Mostra que modelos aprendem padrões por meio de dados, parâmetros, regras de treinamento, teste e generalização.	Treinar um classificador simples no Teachable Machine e testar como a qualidade dos exemplos afeta o resultado.
Matemática/Dados	Mostra que decisões automatizadas dependem de amostras, categorias, correlação, probabilidade e visualização.	Analisar uma base sintética de risco de evasão e identificar proxies sociais, lacunas e vieses.
Educação Midiática	Mostra que mensagens e recomendações são produzidas para públicos, propósitos e contextos específicos.	Comparar uma notícia, um resumo gerado por IA e uma postagem de rede social sobre o mesmo tema.

2.2.2. IA como sistema sociotécnico

Este material trata a Inteligência Artificial como um sistema sociotécnico, isto é, como uma integração indissociável entre componentes técnicos, como infraestrutura, dados, algoritmos e modelos, e componentes sociais, como decisões humanas, políticas institucionais, relações de poder, contextos culturais e práticas educacionais. Um sistema de IA

não produz efeitos apenas porque executa cálculos estatísticos. Ele produz efeitos porque pessoas e instituições escolhem quais dados coletar, quais variáveis registrar, quais limites definir, como comunicar resultados e como agir a partir deles.

Essa perspectiva dialoga com o eixo Cultura Digital da BNCC Computação, que situa a reflexão sobre impactos éticos, sociais e ambientais das tecnologias digitais como parte constitutiva do letramento computacional (Brasil. Ministério da Educação, 2022). Dialoga também com a competência MAIL de refletir e agir de forma ética e responsável, que pressupõe reconhecer que consequências digitais atravessam pessoas, comunidades e instituições (OECD, 2026).

Adotar essa moldura sociotécnica tem uma implicação pedagógica direta para a formação de professores. Se a IA fosse compreendida apenas como artefato técnico, a formação docente se restringiria ao funcionamento de ferramentas. Se fosse compreendida apenas como fenômeno social, correria o risco de discutir ética sem base técnica suficiente para identificar em que ponto da cadeia de funcionamento do sistema as decisões humanas operam. O minicurso articula as quatro estações justamente para evitar essa dissociação: a Estação 1 evidencia a camada material; as Estações 2 e 3 evidenciam as camadas algorítmica e de dados; e a Estação 4 evidencia que toda essa cadeia técnica é atravessada por decisões humanas passíveis de responsabilização. O Tribunal da IA retoma esse conceito ao pedir que os participantes identifiquem em que elo da cadeia sociotécnica uma falha ocorreu e quem, entre pessoas e instituições, deveria responder por ela.

2.3. Desenho pedagógico do minicurso

O minicurso foi desenhado para três horas, podendo ser ampliado para quatro horas. A organização prioriza uma experiência formativa que seja compreensível para participantes de diferentes áreas e, ao mesmo tempo, suficientemente estruturada para ser replicada em cursos, escolas e ações de formação docente. Ele combina exposição dialogada, aprendizagem ativa, estações de investigação, trabalho colaborativo, análise de caso, produção de material didático e avaliação formativa. Essa escolha é coerente com a literatura sobre aprendizagem ativa, que mostra ganhos quando os participantes deixam de ser ouvintes passivos e passam a resolver problemas, discutir evidências, testar hipóteses e explicar decisões (Hmelo-Silver, 2004; Kolb, 1984; Prince, 2004).

A Figura 2.1 apresenta o fluxo geral. A abertura cria uma pergunta comum: “por que a IA não é mágica?”. Em seguida, os participantes passam pelas estações. Depois, aplicam o que aprenderam no Tribunal da IA. O fechamento transforma a experiência em plano de aula.

Para tanto, pretende-se seguir a programação descrita da Tabela 2.3:

2.3.1. Papéis da equipe formadora

O minicurso será conduzido pelas três autoras, em papéis complementares. *Hodara Cristina Nobre Ferreira* conduzirá o eixo de Física, com foco em materialidade da IA, energia, sensores, infraestrutura e sustentabilidade. *Cibele Nunes Cabral* conduzirá o eixo de Computação e formação docente, com foco em aprendizagem de máquina sem programação, pensamento computacional e transposição para a Educação Básica. *Léia*

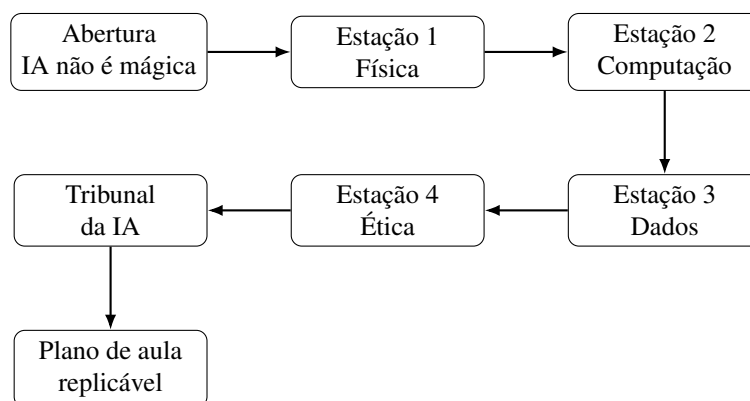


Figura 2.1. Fluxo didático do minicurso.

Tabela 2.3. Cronograma para uma versão de 3 horas.

Tempo	Momento	Estratégia
15 min	Abertura	Pergunta disparadora, apresentação do MAIL e contrato ético de uso das ferramentas.
25 min	Estação 1: Física/infraestrutura	Mapa físico da IA, energia, conectividade e sustentabilidade.
30 min	Estação 2: Computação/modelos	Treinamento de classificador simples ou simulação desplugada.
30 min	Estação 3: Dados/evidência	Visualização crítica de base sintética e discussão de vieses.
20 min	Estação 4: Ética e autoria	Checklist de uso responsável e análise de resposta gerada por IA.
45 min	Tribunal da IA	Investigação de evidências, parecer, veredito e recomendações.
25 min	Transposição didática	Produção de plano de aula ou oficina.
10 min	Síntese	Socialização dos produtos e avaliação formativa.

Sousa de Sousa conduzirá o eixo de Dados, evidência social e tecnologias sociais, com foco em viés algorítmico, visualização crítica e educação midiática.

2.4. Abertura: “IA não é mágica”

A abertura do minicurso tem uma função pedagógica importante: identificar concepções prévias dos participantes. Em formações docentes, é comum que a IA apareça em dois extremos. Em um extremo, é vista como solução automática para planejamento, correção, tutoria e personalização. Em outro, é vista como ameaça absoluta à autoria, à aprendizagem e ao trabalho docente. O minicurso evita os dois extremos. A IA pode apoiar práticas pedagógicas quando há finalidade clara, revisão humana e cuidado ético; também pode produzir erros, vieses, dependência cognitiva, violações de privacidade e exclusões quando adotada sem critério (Miao & Holmes, 2023; OECD & European Union, 2026).

2.4.1. Dinâmica inicial: três cartões

Cada participante recebe três cartões ou responde em formulário digital: *i) Cartão 1:* uma coisa que eu já fiz com IA; *ii) Cartão 2:* uma preocupação que tenho sobre IA na educação; e, *iii) Cartão 3:* uma pergunta que meus estudantes fariam sobre IA.

As respostas são organizadas no quadro em três colunas: uso, medo e curiosidade. A equipe formadora destaca que todas as respostas serão revisitadas ao longo das estações. Essa dinâmica cria pertencimento e evidencia que o minicurso parte da experiência docente.

Demonstração no minicurso. A formadora projeta uma resposta gerada por IA para a pergunta: “Explique, em linguagem simples, o que é inteligência artificial”. Os participantes analisam a resposta usando três perguntas: a explicação diferencia IA de inteligência humana? menciona dados e probabilidade? apresenta limites ou riscos? Em seguida, a mesma pergunta é reformulada: “Explique IA para professores da Educação Básica, destacando infraestrutura física, dados, modelos estatísticos, vieses e limites éticos”. A comparação mostra que o *prompt* direciona a resposta, mas não elimina a necessidade de revisão crítica.

2.5. Estação 1: a Física por trás da IA

A primeira estação tem como objetivo tornar visível a materialidade da IA. A expressão “nuvem” costuma sugerir algo leve, invisível e sem lugar. Na prática, a nuvem é uma rede de data centers, cabos, roteadores, dispositivos, sistemas de refrigeração e fluxos contínuos de energia. O letramento em IA precisa incluir essa dimensão porque decisões pedagógicas também têm impactos ambientais e infraestruturais. O *framework AILit* inclui explicitamente sustentabilidade e impacto ambiental entre os conhecimentos e atitudes necessários ao letramento em IA (OECD & European Union, 2026). Estudos recentes também indicam que a implantação de sistemas generativos pode ter custos energéticos relevantes, especialmente quando se compara modelos multiuso e generativos com sistemas específicos para uma tarefa (Luccioni *et al.*, 2024; Strubell *et al.*, 2019).

2.5.1. Conceitos físicos mobilizados

A estação trabalha quatro conceitos fundamentais:

1. **Potência e energia.** A potência indica a taxa de consumo de energia. A energia consumida por um dispositivo pode ser estimada por $E = P \times t$, em que E é energia, P é potência e t é tempo.
2. **Efeito Joule e aquecimento.** Dispositivos eletrônicos dissipam parte da energia em forma de calor. Quanto maior a demanda computacional, maior a necessidade de alimentação elétrica e refrigeração.
3. **Transmissão de dados.** Uma interação com IA envolve envio de dados de entrada, processamento remoto ou local e retorno de uma saída. Isso depende de infraestrutura de rede.
4. **Pegada ambiental.** O impacto depende de energia, matriz elétrica, equipamentos, água para refrigeração, minerais e descarte eletrônico. Não há um número único para todo uso de IA; há contextos, modelos e infraestruturas diferentes.

2.5.2. Demonstração 1: onde fica a nuvem?

Demonstração no minicurso. A formadora inicia a atividade com uma pergunta simples: “quando fazemos uma pergunta a um chatbot, para onde essa pergunta vai?”. Em seguida,

pede que os participantes desenhem, em dois minutos, o caminho percorrido por uma pergunta feita a uma ferramenta de IA generativa. A intenção é identificar concepções iniciais sobre a ideia de “nuvem” e tornar visível que a interação com IA depende de uma infraestrutura física. Depois, a formadora projeta ou distribui cartões com os elementos: celular, tela do usuário, rede *Wi-Fi*, roteador, provedor de Internet, cabos de fibra óptica, data center, servidor, processador, sistema de refrigeração, banco de dados, modelo e resposta. Em grupos, os participantes reorganizam os cartões em uma cadeia física, representando o caminho percorrido pela informação desde o envio do prompt até o retorno da resposta ao usuário.

A discussão deve evitar uma descrição técnica excessiva. O objetivo não é transformar o minicurso em uma aula avançada de redes ou arquitetura de computadores, mas ajudar professores a explicarem aos estudantes que a “nuvem” não é algo abstrato, invisível ou sem localização material. Quando uma pessoa escreve um prompt, sua pergunta não desaparece na nuvem: ela percorre dispositivos, redes, cabos, servidores, processadores, sistemas de armazenamento e sistemas de refrigeração, consumindo energia e mobilizando recursos físicos até retornar como uma resposta calculada por sistemas computacionais.

Essa demonstração permite conectar a Estação 1 a conteúdos de Física presentes na Educação Básica. Cada elemento da cadeia da IA pode ser relacionado a conceitos físicos que os estudantes já estudam ou podem estudar de forma contextualizada. O celular envolve circuitos elétricos, eletrônica e transformação de energia. A rede Wi-Fi envolve ondas eletromagnéticas, frequência e comunicação sem fio. Os cabos de fibra óptica permitem discutir óptica, propagação da luz e reflexão interna total. Servidores e processadores mobilizam eletricidade, eletrônica, semicondutores, transistores e Física do Estado Sólido. Já os sistemas de refrigeração e os data centers permitem abordar termodinâmica, transferência de calor, potência elétrica, eficiência energética e sustentabilidade.

Tabela 2.4. A Física por trás de cada etapa da IA.

Etapa da infraestrutura	Conceitos de Física	Possibilidades de abordagem no Ensino de Física
Celular	Circuitos elétricos, eletrônica e transformação de energia	Funcionamento de circuitos, potência elétrica e consumo energético.
Rede Wi-Fi	Ondas eletromagnéticas	Propagação de ondas, frequência e comunicação sem fio.
Cabos de fibra óptica	Óptica e reflexão interna total	Propagação da luz e transmissão de dados.
Servidor	Eletricidade e eletrônica	Alimentação elétrica e funcionamento de sistemas computacionais.
CPU/GPU	Semicondutores e Física do Estado Sólido	Silício, transistores e processamento eletrônico.
Sistema de refrigeração	Termodinâmica e transferência de calor	Dissipação térmica, convecção e eficiência térmica.
Data center	Potência elétrica, eficiência energética e sustentabilidade	Consumo de energia, impactos ambientais e eficiência energética.

A Tabela 2.4 evidencia que a infraestrutura da Inteligência Artificial pode ser utilizada como contexto para o ensino de diversos conteúdos de Física. Em vez de tratar eletricidade, ondas, óptica, termodinâmica e sustentabilidade como temas isolados, a estação propõe integrá-los a uma tecnologia presente no cotidiano dos estudantes. Essa

abordagem favorece a contextualização, a aprendizagem significativa e a compreensão crítica de que todo sistema digital depende de recursos materiais.

Durante a mediação, a formadora conduzirá a discussão com perguntas como: que partes dessa cadeia dependem de energia elétrica? Onde ocorre transmissão de dados? Onde há produção de calor? Por que um data center precisa de refrigeração? O que acontece quando uma escola ou comunidade não possui boa conectividade? Essas perguntas ajudam a aproximar o conceito de IA da realidade física, ambiental e territorial dos estudantes.

A ideia é entender o relacionamento entre a infraestrutura utilizada pela IA e os conceitos das aulas de Física. A Figura 2.2 mostra à esquerda (Geração e Processamento) que o data center engloba o maquinário pesado, através do qual é possível discutir Termodinâmica (sistemas de refrigeração visíveis) e a Física do Estado Sólido rodando nas CPUs e GPUs. No centro, os cabos subterrâneos ilustram as fibras ópticas. Visualizar a luz presa no cabo é um ótimo gancho para introduzir a Óptica Geométrica (reflexão interna total). À direita, o roteador emitindo o sinal invisível materializa o estudo do eletromagnetismo (as ondas eletromagnéticas do Wi-Fi), culminando no notebook ou celular, onde fechamos o ciclo falando sobre circuitos elétricos e o consumo de bateria na palma da mão.

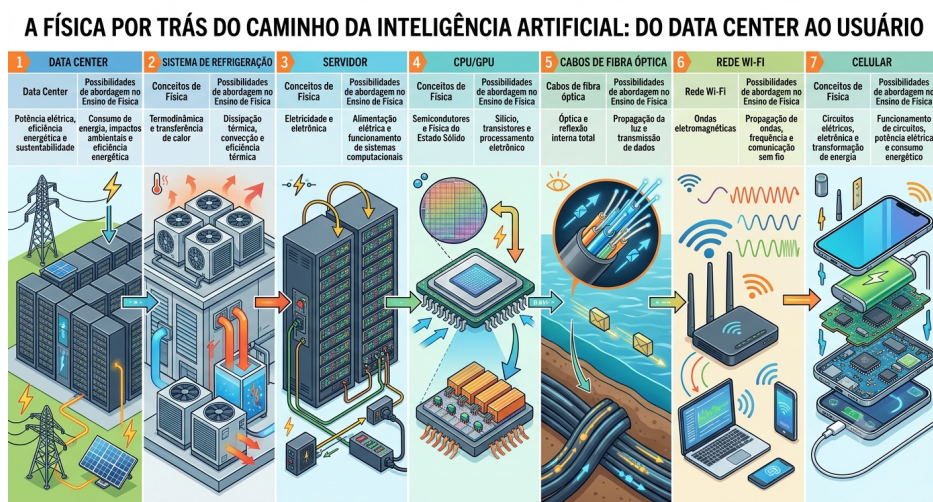


Figura 2.2. Relação entre infraestrutura de IA e os conceitos de Física

Ao final da demonstração, espera-se que os participantes consigam formular uma explicação simples para uso em sala de aula: “a IA não mora apenas na tela do computador; ela depende de celulares, redes, cabos, servidores, processadores, bancos de dados, energia elétrica e sistemas de refrigeração. Por isso, usar IA também envolve infraestrutura, consumo de recursos e decisões sobre sustentabilidade”.

2.5.3. Demonstração 2: estimativa simplificada de energia

A estação utiliza uma conta simples, não para produzir uma medição exata, mas para desenvolver raciocínio físico. A formadora apresenta a equação:

$$E = P \times t \quad (1)$$

Em seguida, propõe um cenário hipotético: uma escola realiza uma atividade em que 100 estudantes usam uma ferramenta de IA durante 20 minutos. O consumo total depende de dispositivos, rede e servidores externos, mas a turma pode estimar apenas o consumo local dos computadores. Se cada computador consome, em média, 60 W durante 20 minutos, a energia local estimada por computador é:

$$E = 60\text{ W} \times \frac{20}{60}\text{ h} = 20\text{ Wh} = 0,02\text{ kWh} \quad (2)$$

Para 50 computadores em duplas:

$$E_{total} = 50 \times 0,02 = 1\text{ kWh} \quad (3)$$

A formadora explica que essa conta não inclui servidores remotos, refrigeração do data center nem transmissão de dados. Justamente por isso, ela abre uma pergunta importante: o que fica invisível quando a escola só vê a tela?

2.5.4. Demonstração 3: PhET e relações entre energia, calor e sistemas digitais

A ferramenta sugerida é o PhET, especialmente simulações de energia, eletricidade e circuitos. O PhET oferece simulações interativas de ciências e matemática baseadas em pesquisa educacional, com ambiente intuitivo de exploração (PhET Interactive Simulations, 2026). A Figura 2.3 mostra o simulador *Circuit Construction Kit: AC*, do PhET, usado para montar e observar circuitos elétricos com corrente alternada. Na tela há um circuito fechado formado por fios, uma fonte de tensão alternada, duas lâmpadas, instrumentos de medição e gráficos. As bolinhas azuis no fio representam o movimento dos elétrons. Esse experimento serve para mostrar que toda infraestrutura digital depende de eletricidade. Mesmo quando falamos de “nuvem”, “IA” ou “data center”, há circuitos, corrente elétrica, tensão, potência, aquecimento e necessidade de refrigeração. No minicurso, a formadora utilizará uma simulação de circuito simples para discutir corrente, resistência, potência e dissipação térmica, ou uma simulação de formas de energia para discutir transformação de energia elétrica em calor.

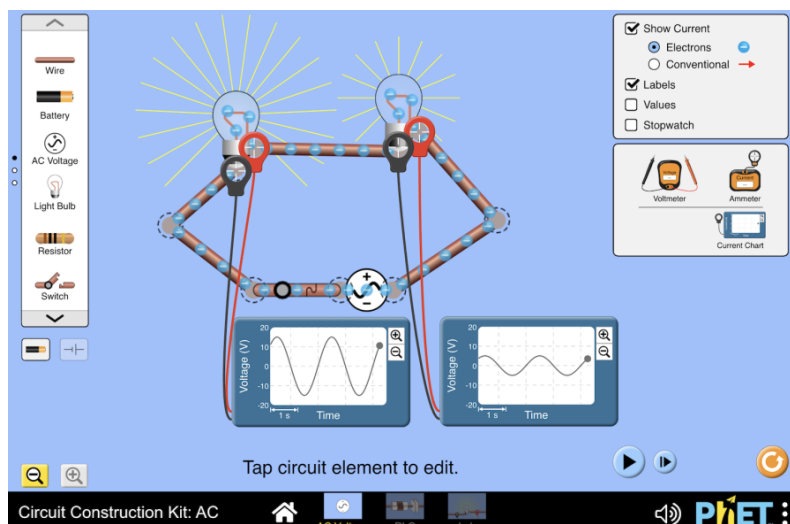


Figura 2.3. Simulação PhET de circuito elétrico. Fonte: PhET Interactive Simulations.

Atividade prática. Em duplas, os participantes manipulam uma simulação de circuito e respondem: o que acontece quando aumenta a resistência? O que acontece quando aumenta a tensão? Como isso se relaciona ao aquecimento de dispositivos? Depois, cada dupla escreve uma analogia curta para estudantes: “um data center precisa de energia e refrigeração porque...”.

Transposição didática. Em escolas sem Internet, a atividade pode ser realizada com cartões representando fonte, fios, resistência, dissipação de calor e ventilação. Os estudantes simulam o caminho da energia com barbante ou setas no quadro. O foco não é calcular com precisão, mas compreender que a IA depende de sistemas físicos e que toda escolha tecnológica tem custo.

2.6. Estação 2: a lógica da caixa preta

A segunda estação trabalha aprendizagem de máquina de forma visual e acessível. O objetivo é desfazer a ideia de que a máquina “entende” objetos, textos ou imagens como uma pessoa. Um modelo de aprendizagem de máquina ajusta padrões a partir de exemplos. Se os exemplos são bons para uma tarefa, o modelo pode generalizar razoavelmente. Se os exemplos são pobres, enviesados ou insuficientes, o modelo erra de forma previsível. Essa compreensão é um dos núcleos do letramento em IA (Long & Magerko, 2020; Ng *et al.*, 2021; Touretzky *et al.*, 2019).

Os conceitos mobilizados nesta estação dialogam diretamente com o Pensamento Computacional, eixo estruturante da BNCC (Brasil. Ministério da Educação, 2022). Ao treinar um classificador simples, o participante exercita, na prática e antes de qualquer nomeação técnica, os quatro pilares do Pensamento Computacional: a decomposição, ao separar o problema em classes distintas; o reconhecimento de padrões, ao identificar o que diferencia uma classe da outra; a abstração, ao ignorar detalhes irrelevantes da imagem e focar na característica que importa; e os algoritmos, ao observar o ciclo de treinar, testar e corrigir que estrutura toda a atividade. Essa aproximação evita que o letramento em IA

seja tratado como um conteúdo à parte, desconectado do que a Educação Básica brasileira já prevê para o ensino de Computação.

2.6.1. Conceitos computacionais mobilizados

A estação trabalha os seguintes conceitos:

- **Classe:** categoria que o modelo deve reconhecer, como “copo”, “caneta”, “livro”.
- **Exemplo de treinamento:** dado usado para ensinar o modelo.
- **Teste:** dado novo usado para verificar se o modelo generaliza.
- **Acurácia:** proporção de acertos em relação ao total de testes.
- **Erro:** diferença entre saída prevista e saída esperada.
- **Sobreajuste:** quando o modelo aprende detalhes dos exemplos de treino, mas não generaliza bem.
- **Viés de coleta:** quando os exemplos não representam adequadamente a diversidade do mundo real.

2.6.2. Demonstração com *Google Teachable Machine*

O *Google Teachable Machine* é uma ferramenta *Web* que permite criar modelos de aprendizagem de máquina de modo rápido e acessível, sem programação (Google, 2026). Para o minicurso, será usado o projeto de imagem. A demonstração será preparada previamente para evitar perda de tempo com câmera, permissões ou instabilidade de rede.

A Figura 2.4 mostra, de forma visual, como o *Teachable Machine funciona*¹. A ferramenta recebe exemplos, aprende padrões e depois tenta classificar um novo caso. À esquerda está a entrada (*input*), onde a pessoa aparece na câmera fazendo um gesto. Esse é o novo exemplo que a ferramenta vai tentar reconhecer. No centro está a parte de aprendizagem (*learning*). A ferramenta foi treinada com várias imagens de exemplo, separadas em classes. Na imagem aparecem três classes: verde, roxa e laranja. Cada classe tem uma quantidade de exemplos: 30, 45 e 50 imagens. Depois de treinar, o modelo compara a imagem da câmera com aquilo que aprendeu. Ao lado de cada classe aparece a confiança (*confidence*), que indica o quanto o modelo acredita que a imagem atual pertence àquela classe. Na imagem, a classe roxa aparece com 99% de confiança, ou seja, o modelo avaliou que o gesto da pessoa se parece muito com os exemplos usados para treinar a classe roxa. À direita está a saída (*output*). A ferramenta transforma a previsão do modelo em uma resposta. Nesse exemplo, a saída é um GIF de um cachorro girando. Isso mostra que o modelo pode ser usado para acionar alguma ação: mostrar uma imagem, tocar um som, exibir uma mensagem ou controlar outro recurso.

¹Ferramenta disponível em <https://teachablemachine.withgoogle.com/>.

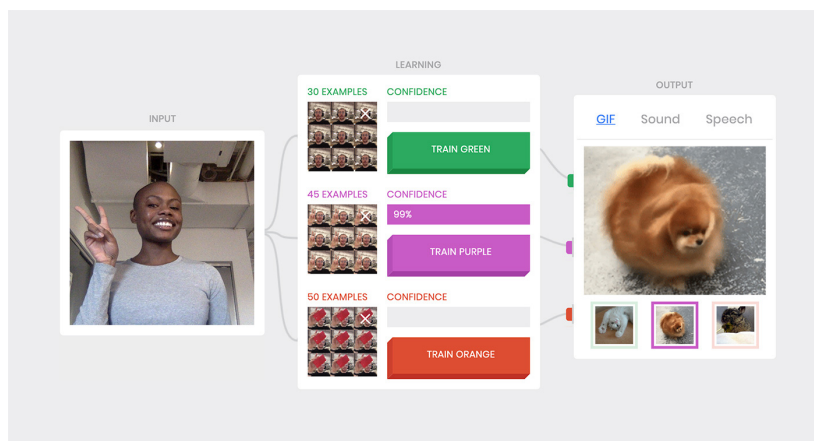


Figura 2.4. Demonstração de uso do Google Teachable Machine. Fonte: Google Teachable Machine.

Demonstração no minicurso. A formadora acessa o *Teachable Machine*, escolhe *Image Project*, cria duas classes, por exemplo “objeto A” e “objeto B”, coleta cerca de 30 imagens por classe, treina o modelo e testa com novos objetos. Em seguida, provoca um erro: treina a classe A sempre com fundo claro e a classe B sempre com fundo escuro. Quando testa um objeto da classe A em fundo escuro, o modelo pode se confundir. A discussão mostra que o modelo pode aprender pistas indesejadas, como iluminação, fundo, posição ou cor, em vez da característica relevante.

A Tabela 2.5 sintetiza a relação entre cada conceito e o momento em que ele se torna visível durante a demonstração com o *Teachable Machine*, funcionando como roteiro de leitura para quem acompanha a atividade pela primeira vez.

Tabela 2.5. Conceitos computacionais e sua correspondência na demonstração prática.

Etapas na demonstração	Conceito mobilizado	Pergunta de mediação
Criar as categorias que o modelo vai aprender	Classe	O que estou pedindo para a máquina distinguir?
Coletar as imagens de cada categoria	Exemplo de treinamento	Esses exemplos representam a diversidade real da categoria?
Apresentar um objeto novo à câmera	Teste	Esse caso é diferente o suficiente dos exemplos de treino para valer como teste?
Comparar acertos e erros do modelo	Acurácia e erro	O modelo generalizou o padrão ou apenas decorou os exemplos?
Testar em condição diferente da treinada, como fundo, luz ou ângulo	Sobreajuste e viés de coleta	Que pista indesejada o modelo pode ter aprendido no lugar da característica relevante?

A Figura 2.5 mostra o fluxo simplificado de uma atividade de classificação: coletar exemplos, treinar o modelo, testar com novos dados, analisar erros e melhorar a base. Esse ciclo se repete em qualquer projeto de aprendizagem de máquina, independentemente da complexidade da tarefa, e é o mesmo raciocínio que orienta a leitura da Tabela 2.5.

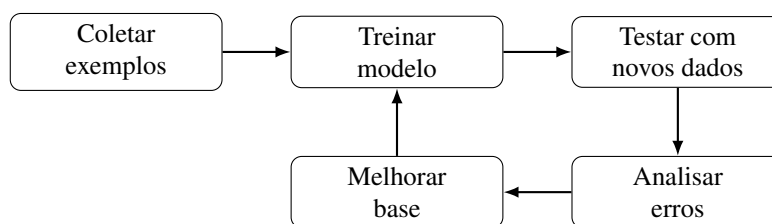


Figura 2.5. Ciclo didático de aprendizagem de máquina usado na estação de Computação.

2.6.3. Acurácia e matriz de confusão em linguagem simples

Após o teste, os participantes registram acertos e erros em uma matriz simples. A Tabela 2.6 apresenta um exemplo com duas classes.

Tabela 2.6. Exemplo de matriz de confusão para um classificador com duas classes.

	Previsto: Classe A	Previsto: Classe B
Real: Classe A	8	2
Real: Classe B	1	9

Nesse exemplo, o modelo acertou 17 de 20 testes. A acurácia é:

$$\text{Acurácia} = \frac{\text{número de acertos}}{\text{total de testes}} = \frac{17}{20} = 0,85 = 85\%. \quad (4)$$

A formadora irá enfatizar que acurácia não é sinônimo de justiça. Um modelo pode ter boa acurácia geral e, ainda assim, errar muito para um grupo específico. Essa distinção prepara a Estação 3 e o Tribunal da IA. Ao final desta etapa, espera-se que os participantes consigam explicar a um colega, em uma frase: “um modelo pode acertar 85% das vezes e, ainda assim, errar sistematicamente com um grupo específico de casos; por isso, acurácia alta não significa decisão justa”.

2.6.4. Versão desplugada: classificadores humanos e regras invisíveis

Atividade prática. Cada grupo recebe 20 cartões com desenhos de objetos. Dez cartões são rotulados como “classe 1” e dez como “classe 2”. O grupo deve inferir a regra de classificação olhando exemplos. A regra pode ser simples, como “objetos com linhas curvas” versus “objetos com linhas retas”, mas alguns cartões são ambíguos. Depois, a formadora revela que a regra usada pelo grupo nem sempre coincide com a regra original. A atividade mostra que aprender padrões depende dos exemplos disponíveis e que diferentes critérios podem produzir classificações diferentes, exatamente o mesmo princípio observado na demonstração com o *Teachable Machine*, mas sem depender de nenhum dispositivo digital.

Transposição didática. A atividade desplugada pode ser usada em turmas sem laboratório para ensinar classificação, padrão, abstração, erro e generalização. Em turmas de anos iniciais, os cartões podem ser figuras geométricas. Em turmas de Ensino Médio, podem ser notícias, imagens, textos curtos ou dados ambientais.

2.7. Estação 3: dados e evidência social

A terceira estação parte de uma pergunta central para sistemas de IA aplicados à educação: quais dados foram usados e o que esses dados deixam de fora? Decisões automatizadas dependem de registros históricos que podem conter ausências, desigualdades, categorias mal definidas, *proxies* sociais e interpretações equivocadas. Por isso, modelos treinados com dados enviesados ou incompletos podem reproduzir desigualdades já existentes (Barocas *et al.*, 2023; Buolamwini & Gebru, 2018; Noble, 2018).

A estação trabalha cinco conceitos articulados: **amostra**, que indica quem entrou ou ficou fora da base; **variável**, que corresponde ao que foi registrado, como frequência, nota, bairro ou acesso à Internet; **proxy**, quando uma variável substitui indiretamente outra, como usar participação em plataforma online para inferir engajamento; **correlação**, que indica associação entre variáveis, mas não prova causa; e **visualização**, que organiza padrões em gráficos, tabelas ou matrizes, mas também seleciona, simplifica e enquadra a realidade.

Esses conceitos serão analisados em cadeia. Uma amostra incompleta limita o que pode ser interpretado; variáveis mal escolhidas podem funcionar como *proxies* problemáticos; correlações podem gerar conclusões apressadas; e visualizações podem tornar desigualdades mais visíveis ou ocultar ausências, contextos e causas sociais. Assim, a estação mostra que dados educacionais devem servir como ponto de partida para perguntas críticas, e não como justificativa automática para decisões sobre estudantes.

2.7.1. Base sintética para análise

A Tabela 2.7 apresenta uma versão reduzida de uma base sintética. Ela não representa estudantes reais. Foi construída apenas para fins didáticos. A amostra reúne apenas os estudantes registrados pelo sistema. As variáveis disponíveis incluem frequência, território, acesso à Internet e uso da plataforma. O uso da plataforma pode funcionar como *proxy* de engajamento, mas essa interpretação é perigosa, pois o mesmo dado pode refletir desigualdade de acesso. Ao comparar território, conectividade e uso da plataforma, pode surgir uma correlação entre estudantes da zona rural e baixo acesso ao ambiente online. Entretanto, essa correlação não autoriza concluir que esses estudantes têm menor interesse escolar. Uma visualização, como um gráfico de barras ou uma matriz de calor, pode ajudar a perceber o padrão, mas a interpretação crítica precisa considerar o que não aparece nos dados: transporte, trabalho familiar, distância da escola, disponibilidade de dispositivos e qualidade da conexão.

A pergunta não é “qual estudante deve ser punido?”. A pergunta é: que tipo de decisão seria injusta se a escola usasse apenas esses dados? Por exemplo, um sistema que trate baixo uso da plataforma como sinal de desinteresse pode classificar injustamente estudantes sem Internet em casa. Nesse caso, a variável “uso da plataforma” não mede apenas engajamento. Ela também mede acesso, dispositivo, tempo, conectividade, renda e organização familiar.

Tabela 2.7. Exemplo reduzido de base sintética para discussão de risco de evasão.

ID	Território	Internet em casa	Frequência	Uso da plataforma	Observação
E01	Centro	Sim	Alta	Alto	Participa de atividades online.
E02	Centro	Sim	Média	Alto	Fez atividades, mas faltou em dias de prova.
E03	Bairro A	Não	Alta	Baixo	Entrega tarefas impressas.
E04	Bairro A	Não	Média	Baixo	Acesso por celular compartilhado.
E05	Bairro B	Instável	Alta	Baixo	Participa presencialmente.
E06	Bairro B	Instável	Baixa	Baixo	Transporte escolar irregular.
E07	Zona rural	Não	Média	Baixo	Longo deslocamento.
E08	Zona rural	Não informado	Alta	Ausente	Dados incompletos.

2.7.2. Demonstração desplugada e plugada de visualização de dados

A demonstração será realizada em duas etapas complementares: uma versão desplugada, com malha quadriculada impressa, e uma versão plugada, com ferramentas digitais de visualização. O objetivo é mostrar que construir gráficos não depende apenas de *softwares*, mas da compreensão de variáveis, categorias, escala, legenda, título, interpretação e limites dos dados.

Na versão desplugada, os participantes receberão uma base sintética inspirada na Tabela 2.7 e uma folha quadriculada para construir manualmente gráficos de barras, colunas, pictogramas ou uma matriz de calor simplificada. Essa estratégia é útil em contextos de baixa conectividade, poucos dispositivos ou quando se deseja enfatizar o raciocínio sobre os dados antes do uso da ferramenta digital. As folhas de apoio serão disponibilizadas em Zenodo: <https://doi.org/10.5281/zenodo.21969375>.

Na versão plugada, a mesma base poderá ser visualizada em ferramentas Web, como *RAWGraphs*, *Datawrapper* ou *Flourish*, que permitem criar gráficos, mapas e narrativas visuais sem programação (Datawrapper, 2026; Flourish, 2026; RAWGraphs, 2026). A escolha da ferramenta dependerá do acesso, da familiaridade da formadora e dos objetivos da atividade.

Demonstração no minicurso. A formadora entrega uma base CSV sintética com colunas como território, conectividade, frequência, uso de plataforma e classificação automática de risco. Cada grupo constrói uma visualização, como barras por território, dispersão entre frequência e uso da plataforma ou matriz de calor simplificada. Em seguida, responde: o que o gráfico mostra? o que ele esconde? que decisão seria perigosa se tomada apenas com esse gráfico?

2.7.3. Visualização crítica: quatro perguntas

Toda visualização de dados usada no minicurso deve ser analisada com quatro perguntas:

1. **Origem:** de onde vieram os dados e quem ficou fora da coleta?
2. **Categoria:** as categorias fazem sentido para a realidade local?
3. **Escala:** a escala do gráfico aumenta ou reduz visualmente uma diferença?
4. **Uso:** que decisão alguém poderia tomar a partir desse gráfico e quem seria afetado?

Essas perguntas aproximam letramento em dados e educação midiática. Um gráfico também é uma mensagem. Ele possui autoria, escolhas, enquadramento, omissões e possíveis efeitos sobre a audiência.

Transposição didática. Em turmas sem laboratório, os estudantes podem construir gráficos em papel quadriculado, usando dados impressos ou coletados em sala. A atividade pode ser articulada a Matemática, Geografia, Sociologia ou Projeto de Vida. O importante é que os estudantes discutam o significado social dos dados, não apenas o formato do gráfico.

2.8. Estação 4: ética, autoria e colaboração humano-IA

A quarta estação integra as anteriores. Se a IA depende de infraestrutura, dados e modelos, então seu uso escolar exige decisões éticas. A UNESCO recomenda que a adoção de IA generativa em educação seja acompanhada de validação pedagógica, proteção de dados, transparência, supervisão humana e consideração das necessidades dos estudantes (Miao & Holmes, 2023). O *framework* de competências em IA para professores também enfatiza mentalidade centrada no humano, ética, fundamentos de IA, pedagogia com IA e desenvolvimento profissional (Miao & Cukurova, 2024).

Para facilitar a memória dos participantes, propõe-se o checklist CONFERIR. Antes de usar, aceitar ou compartilhar uma saída de IA, o professor pergunta:

Tabela 2.8. Checklist CONFERIR para uso pedagógico de IA.

Letra	Pergunta
C – Contexto	A resposta considera idade, etapa de ensino, território e objetivos da atividade?
O – Origem	Há fontes, evidências ou possibilidade de checagem externa?
N – Necessidade	A IA é realmente necessária? Há alternativa mais simples, humana/sustentável?
F – Falhas	Quais erros, lacunas, alucinações, estereótipos ou vieses podem existir?
E – Ética	Há risco para privacidade, autoria, direitos autorais, discriminação/dependência?
R – Revisão	Quem revisará a saída antes de usá-la em contexto educativo?
I – Inclusão	É acessível a estudantes com diferentes recursos/letramentos/condições?
R – Registro	Como declarar o uso da IA e registrar decisões tomadas por humanos?

2.8.1. Demonstração: resposta aparentemente boa, pedagogicamente frágil

Demonstração no minicurso. A formadora apresenta uma resposta gerada por IA para o pedido: “Crie uma atividade sobre energia para o Ensino Médio”. A resposta é analisada com o *checklist* CONFERIR. O grupo provavelmente identificará que a atividade pode estar genérica, sem considerar contexto local, sem explicitar objetivos de aprendizagem, sem critérios de avaliação e sem alternativa para estudantes sem acesso digital. Em seguida, os participantes reescrevem o *prompt* incluindo contexto, objetivos, restrições, critérios e exigência de revisão.

Um exemplo de *prompt* mais pedagógico:

Exemplo de prompt pedagógico

Sou professora de Física do Ensino Médio em uma escola pública com acesso limitado à Internet. Quero uma atividade de 50 minutos sobre energia, potência e consumo elétrico usando exemplos de celulares, ventiladores e computadores.

A atividade deve promover letramento em IA, mostrando que data centers consomem energia. Proponha objetivos, materiais de baixo custo, passo a passo, perguntas para discussão, avaliação formativa e cuidados éticos.

Use linguagem adequada para estudantes do 1º ano do Ensino Médio.

A diferença entre os *prompts* ajuda a discutir autoria. O professor não é substituído pelo texto gerado. Ele define objetivo, contexto, critérios, limites e revisão.

2.9. Dinâmica central: Tribunal da IA

A dinâmica retoma, de forma aplicada, o conceito de sistema sociotécnico. Se a IA é compreendida como uma cadeia que articula infraestrutura, dados, modelo, política institucional e comunicação humana, investigar uma falha de IA exige examinar cada elo dessa cadeia, e não apenas o algoritmo. É esse deslocamento, do algoritmo isolado para a cadeia completa de decisões, que estrutura os papéis periciais assumidos pelos grupos.

A atividade não pergunta se a IA é “boa” ou “ruim”. Pergunta: o que falhou na cadeia sociotécnica? A resposta pode envolver dados, infraestrutura, modelo, política de uso, interpretação humana e ausência de mecanismos de contestação. No Tribunal da IA, a expressão “cadeia sociotécnica” significa que nenhum resultado automatizado nasce apenas do código. A classificação produzida pelo sistema depende da coleta de dados, da escolha das variáveis, do treinamento do modelo, dos limites de conectividade das escolas, da forma como gestores interpretam o alerta, da comunicação com famílias e dos mecanismos de revisão ou recurso oferecidos aos estudantes.

A leitura sociotécnica do caso deve orientar toda a dinâmica. Em vez de perguntar apenas se o sistema *Aurora* acertou ou errou, os grupos devem reconstruir a cadeia de decisões que tornou aquele resultado possível: que dados foram coletados, que dados ficaram ausentes, que variáveis foram transformadas em indicadores, que limiar de risco foi definido, que infraestrutura estava disponível para os estudantes, como a escola interpretou o alerta e que oportunidade de revisão foi oferecida às famílias.

Para se chegar a uma resposta, cada grupo assume um papel:

- **Perícia de infraestrutura:** analisa conectividade, dispositivos, registros ausentes e condições físicas de acesso.
- **Perícia de dados:** analisa base histórica, variáveis, proxies, lacunas e visualizações.
- **Perícia computacional:** analisa limiares, erros, falsos positivos, explicabilidade e teste do modelo.
- **Conselho pedagógico:** analisa efeitos sobre estudantes, famílias, professores e avaliação escolar.
- **Comitê ético:** propõe reparação, governança, transparência, revisão humana e política de uso.

A Tabela 2.9 apresenta exemplos de evidências distribuídas aos participantes.

Tabela 2.9. Evidências do Tribunal da IA.

Pasta	Evidência	Pergunta de investigação
Infraestrutura	Relatório mostra que 38% dos estudantes da zona rural acessam a plataforma apenas pelo celular de familiares.	O dado “uso da plataforma” mede engajamento ou mede acesso?
Dados	A base histórica inclui frequência, notas, bairro, uso da plataforma e atrasos, mas não inclui transporte, trabalho familiar ou conectividade.	Que variáveis importantes ficaram fora da base?
Modelo	O sistema classifica como alto risco estudantes com pontuação acima de 0,65, mas não explica quais fatores pesaram mais.	Como contestar uma decisão que não é explicada?
Política escolar	A escola usou a lista para restringir participação em atividades externas, sem conversa prévia com estudantes.	A intervenção foi de apoio ou punição?
Comunicação	Famílias receberam mensagem dizendo que o estudante tem “alto risco de abandono”, sem explicar limites do sistema.	Como comunicar incerteza sem produzir estigma?

Cada grupo deve produzir um parecer de até uma página com quatro partes: *i*) Achado principal (o que foi identificado como problema?); *ii*) Evidências (quais cartões, dados ou observações sustentam a análise?); *iii*) Risco educacional (quem pode ser prejudicado e como?); e *iv*) Recomendação (o sistema deve ser suspenso/revisado/limitado, auditado ou usado apenas como apoio sob supervisão humana?).

Um bom parecer evita frases como “a culpa é do algoritmo”. Em sistemas sociotécnicos, a responsabilidade é distribuída: quem escolheu os dados, quem definiu as variáveis, quem configurou o limiar, quem interpretou a saída, quem comunicou à família, quem decidiu a intervenção e quem deixou de criar mecanismos de recurso.

2.10. Materiais de apoio para replicação

Esta seção reúne materiais que podem ser copiados para slides, fichas impressas ou caderno do participante. Para garantir permanência e estabilidade, a versão final dos materiais será disponibilizada em Zenodo: <https://doi.org/10.5281/zenodo.21969375>. Alguns desses materiais serão impressos e utilizados durante o minicurso.

Um glossário mínimo será utilizado para unificar a compreensão dos participantes acerca dos principais termos e expressões adotadas na comunicação durante o encontro. A Tabela 2.10 apresenta alguns desses termos.

Serão adotados cartão de evidência para o Tribunal da IA, a serem distribuídos aos grupos de participantes. Cada cartão pode seguir o modelo:

Tabela 2.10. Glossário mínimo para educadores.

Termo	Explicação didática
Algoritmo	Sequência de instruções ou regras para resolver um problema. Em IA, pode estar combinado com modelos estatísticos.
Modelo	Sistema treinado para produzir uma saída, como classificar, recomendar, prever ou gerar conteúdo.
Treinamento	Processo em que o modelo ajusta seus parâmetros a partir de exemplos.
Inferência	Momento em que o modelo usa o que aprendeu para responder a um novo caso.
Prompt	Instrução ou pergunta dada a uma ferramenta generativa.
Alucinação	Saída plausível, mas incorreta, inventada ou sem evidência confiável.
Viés algorítmico	Erro ou tendência sistemática que pode prejudicar grupos ou favorecer determinadas interpretações.
Proxy	Variável usada como substituta de outra, muitas vezes de forma problemática.
Explicabilidade	Capacidade de oferecer razões compreensíveis para uma saída ou decisão automatizada.
Supervisão humana	Presença de pessoas responsáveis por revisar, interpretar, limitar ou contestar decisões automatizadas.

Cartão de evidência

Evidência nº: 04.

Tipo: Dados.

Descrição: A base registra “uso da plataforma”, mas não registra se o estudante possui Internet em casa.

Pergunta: a variável mede engajamento ou acesso?

Risco: estudantes sem conectividade podem ser classificados como desinteressados.

Competências MAIL: analisar e avaliar; refletir e agir eticamente.

Também serão apresentados e discutidos modelos de declaração de uso de IA em atividade escolar. Uma possível proposta simples para estudantes pode ser a seguinte:

Modelo de declaração de uso de IA

Nesta atividade, usei IA para: () gerar ideias; () revisar texto; () resumir fonte; () criar imagem; () outro.

A decisão final sobre o conteúdo é minha. Revisei a resposta, conferi informações importantes e assumo responsabilidade pelo que entreguei.

As partes mais modificadas por mim foram: _____.

As fontes humanas ou materiais consultados foram: _____.

Esse registro evita tanto a proibição genérica quanto o uso invisível. Ele desloca a discussão para transparência, autoria e responsabilidade.

2.11. Discussão: contribuições para a Informática na Educação

Esta proposta contribui para a Informática na Educação em quatro sentidos: *i)* oferece uma contribuição conceitual ao tratar IA como sistema sociotécnico; *ii)* oferece uma contribuição metodológica ao organizar um minicurso por Estações de Investigação e Tribunal da IA. Esse formato permite que professores vivenciem as competências do MAIL antes de planejar como ensiná-las; *iii)* oferece uma contribuição tecnológica ao demonstrar

ferramentas de baixa barreira, sem exigir programação, mas sem reduzir o letramento em IA ao uso de ferramentas; e, *iv*) oferece uma contribuição social ao assumir que a formação docente deve considerar escolas com diferentes níveis de conectividade e públicos diversos.

A literatura brasileira em Informática na Educação já discute ensino de IA na Educação Básica (Camada & Durães, 2020), formação docente com IA generativa (Sousa & Cruz, 2024), sistemas tutores e jogos para educação midiática e identificação de fake news (Moreira, Classe *et al.*, 2024), além de implementação curricular de Computação e Cultura Digital nos anos iniciais (Czmola *et al.*, 2025; Grebogy *et al.*, 2025). O diferencial deste minicurso é articular tais discussões ao MAIL do PISA 2029 e transformá-las em atividades práticas, replicáveis e adaptáveis a diferentes contextos educacionais.

2.12. Considerações finais

Este material apresentou um percurso formativo para apoiar professores da Educação Básica na compreensão crítica da Inteligência Artificial como sistema sociotécnico. Ao articular Física, Computação, Dados, Educação Midiática e Ética, o minicurso evidencia que a IA não é mágica, neutra ou exclusivamente técnica: ela depende de infraestrutura, energia, redes, bases de dados, modelos, interfaces, decisões humanas e contextos educacionais.

A proposta busca ir além do uso instrumental de ferramentas generativas, criando condições para que professores e estudantes questionem quais dados foram usados, quem ficou fora da amostra, que padrões foram aprendidos, que grupos podem ser prejudicados e que decisões exigem supervisão humana. As Estações de Investigação e o Tribunal da IA oferecem um caminho didático para vivenciar esses conceitos, verificar os objetivos de aprendizagem e apoiar a transposição para diferentes realidades escolares.

Desse modo, o minicurso contribui para a Informática na Educação ao oferecer um material formativo replicável, alinhado ao MAIL/PISA 2029, à Computação da BNCC e às discussões contemporâneas sobre letramento em IA, justiça algorítmica, sustentabilidade e responsabilidade pedagógica.

Declaração de uso de Inteligência Artificial Generativa

As autoras declaram que utilizaram ferramentas de Inteligência Artificial Generativa como apoio ao processo de organização, revisão e produção de materiais didáticos associados a este material. O *NotebookLM* foi utilizado para organização, comparação e mineração inicial de referências bibliográficas e documentos de apoio. O *ChatGPT* foi utilizado para apoiar revisão editorial, a diagramação de materiais instrucionais e a geração de imagens didáticas utilizadas como apoio visual ao minicurso. Todas as decisões conceituais, metodológicas e pedagógicas, bem como a seleção das referências, a validação das informações, a revisão final do texto e a adequação ao escopo da JAIE, foram realizadas pelas autoras.

Referências

Barocas, S., Hardt, M., & Narayanan, A. (2023). *Fairness and Machine Learning: Limitations and Opportunities*. MIT Press. <https://fairmlbook.org/>

- Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 610–623. <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>
- Brasil. Conselho Nacional de Educação. (2025). Resolução CNE/CEB Nº 2, de 21 de março de 2025. Institui as Diretrizes Operacionais Nacionais sobre o uso de dispositivos digitais em espaços escolares e integração curricular de educação digital e midiática. <https://www.gov.br/mec/pt-br>
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Ministério da Educação. <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>
- Brasil. Ministério da Educação. (2022). *Computação: complemento à Base Nacional Comum Curricular*. Ministério da Educação. <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/BNCCComputaoCompletoDiagramado.pdf>
- Brasil. Ministério da Educação. (2025). *Educação digital e midiática: como elaborar e implementar o currículo nas escolas*. Ministério da Educação. <https://mecred.mec.gov.br/recurso/366316>
- Buolamwini, J., & Gebru, T. (2018). Gender Shades: Intersectional Accuracy Disparities in Commercial Gender Classification. *Proceedings of the 1st Conference on Fairness, Accountability and Transparency*, 81, 77–91. <https://proceedings.mlr.press/v81/buolamwini18a.html>
- Camada, M. Y. d. O., & Durães, G. M. (2020). Ensino da Inteligência Artificial na Educação Básica: um novo horizonte para as pesquisas brasileiras. *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 1553–1562. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.1553>
- Czmola, H., et al. (2025). A Computação como Componente Curricular nos anos iniciais do Ensino Fundamental: Discussões sobre a BNCC Computação e o Quadro Organizador Municipal. *Anais do XXXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/38466>
- Datawrapper. (2026). Datawrapper: Create Charts, Maps, and Tables [Acesso em 9 jul. 2026]. <https://www.datawrapper.de/>
- Flourish. (2026). Flourish: Data Visualization and Storytelling [Acesso em 9 jul. 2026]. <https://flourish.studio/>
- Google. (2026). Teachable Machine [Acesso em 9 jul. 2026]. <https://teachablemachine.withgoogle.com/>
- Grebog, E. C., Santos, I., & Castilho, M. A. (2025). Computar Brincando: Cultura Digital nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *Anais do XXXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/38520>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>

- Hobbs, R. (2020). Propaganda in an Age of Algorithmic Personalization: Expanding Literacy Research and Practice. *Reading Research Quarterly*, 55(3), 521–533. <https://doi.org/10.1002/rrq.301>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall.
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What Is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–16. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Luccioni, A. S., Jernite, Y., & Strubell, E. (2024). Power Hungry Processing: Watts Driving the Cost of AI Deployment? *arXiv preprint arXiv:2311.16863*. <https://arxiv.org/abs/2311.16863>
- Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *AI Competency Framework for Teachers*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>
- Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for Generative AI in Education and Research*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>
- Moreira, T. d. O., Classe, T. M. d., *et al.* (2024). Aplicação de Sistema Tutor Inteligente em Jogo Educacional Digital para Apoio à Identificação de Fake News. *Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/31271>
- National Association for Media Literacy Education. (2023). Core Principles of Media Literacy Education in the United States. <https://namle.org/resources/core-principles/>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI Literacy: An Exploratory Review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Noble, S. U. (2018). *Algorithms of Oppression: How Search Engines Reinforce Racism*. New York University Press.
- Ochs, M. (2026). *Media and Artificial Intelligence Literacy (MAIL) no PISA 2029: fundamentos conceituais e convergência com as diretrizes brasileiras de educação digital e midiática* (Nota técnica). Instituto Palavra Aberta. São Paulo. <https://educamidia.org.br/biblioteca/media-and-artificial-intelligence-literacy-mail-no-pisa-2029/>
- OECD. (2026). *Navigating an Evolving Digital World: First Draft of the PISA 2029 Media and Artificial Intelligence Literacy (MAIL) Assessment Framework* (Assessment framework) (Preliminary draft, subject to revisions before the final version is released). Organisation for Economic Co-operation e Development. Paris. <https://www.oecd.org/en/about/projects/pisa-2029-media-and-artificial-intelligence-literacy.html>
- OECD & European Union. (2026). *Empowering Learners for the Age of AI: An AI Literacy Framework for Primary and Secondary Education*. <https://doi.org/10.1787/65cd27d4-en>

- PhET Interactive Simulations. (2026). PhET: Free Online Physics, Chemistry, Biology, Earth Science and Math Simulations [University of Colorado Boulder. Acesso em 9 jul. 2026]. <https://phet.colorado.edu/>
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- RAWGraphs. (2026). RAWGraphs: The Missing Link Between Spreadsheets and Data Visualization [Acesso em 9 jul. 2026]. <https://www.rawgraphs.io/>
- Russell, S., & Norvig, P. (2022). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4^a ed.). Pearson.
- Sousa, H. d., & Cruz, D. M. (2024). Capacitando Educadores com IA Generativa: Implicações na Educação. *Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 1931–1941. <https://doi.org/10.5753/sbie.2024.242665>
- Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, 3645–3650. <https://doi.org/10.18653/v1/P19-1355>
- Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019). Envisioning AI for K-12: What Should Every Child Know about AI? *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33(1), 9795–9799. <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795>

Currículo Resumido das Autoras



Cibele Nunes Cabral é pedagoga, formada pelo Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos (ITPAC), em Araguaína/TO, e especialista em Psicopedagogia. Atualmente é mestranda do Programa de Pós-Graduação Profissional em Computação em Rede Nacional (PROFCOMP/UNIFESSPA), com foco em Inteligência Artificial na Educação Básica, pensamento computacional e formação docente. Cursa especialização em Docência na Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal do Tocantins, especialização em Educação de Jovens e Adultos do Campo pela Universidade Federal do Paraná e especialização em Direitos Humanos e Diversidades pela Universidade Federal de Goiás.

É servidora pública municipal da educação nos municípios de Xinguara/PA e Rio Maria/PA, atuando diretamente na Educação Básica. Exerce a função de Formadora Regional do Pacto Nacional pela Superação do Analfabetismo e Qualificação na Educação de Jovens e Adultos (PACTO EJA/UNDIME), na Região Araguaia, experiência que fortalece sua atuação com formação de professores, educação de jovens e adultos, diversidade, inclusão e práticas pedagógicas contextualizadas. Sua trajetória articula educação, tecnologias digitais e formação docente. Participou do V Simpósio Internacional e VIII Nacional de Tecnologias Digitais na Educação, realizado pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), com carga horária de 100 horas, e atuou como moderadora em palestras sobre estratégias de ensino, uso de novas tecnologias na educação e processos de cocriação com tecnologias educativas digitais. Essas experiências dialogam diretamente com a proposta deste minicurso, especialmente por aproximarem tecnologias digitais, práticas pedagógicas e reflexão crítica sobre inovação educacional.

No PROFCOMP/UNIFESSPA, pretende desenvolver como produto educacional uma metodologia de formação de professores para trabalhar pensamento computacional e uso de Inteligência Artificial de forma transversal na Educação Básica. Na presente proposta de minicurso, sua contribuição principal será liderar o eixo de Computação, explorando a lógica de funcionamento dos modelos de IA, o papel dos dados no treinamento de sistemas inteligentes, a construção de prompts, a aprendizagem de máquina em atividades sem programação e a transposição didática desses conceitos para professores de diferentes áreas.



Hodara Cristina Nobre Ferreira é licenciada em Física pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA) e mestranda do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF/UNIFESSPA). Atua como professora de Física no Ensino Médio, com experiência em aulas regulares, itinerários formativos, práticas experimentais, projetos escolares, feiras de ciências e atividades voltadas à contextualização do conhecimento científico na Educação Básica. Sua trajetória acadêmica e profissional é marcada pelo interesse em metodologias inclusivas e inovadoras para o ensino de Física, especialmente no uso de recursos visuais, experimentos de baixo custo,

laboratórios virtuais, plataformas educacionais, jogos didáticos e projetos de investigação. Durante a graduação, participou do Programa Residência Pedagógica, experiência que fortaleceu sua compreensão sobre os diferentes ritmos de aprendizagem e sobre a necessidade de estratégias didáticas sensíveis às trajetórias dos estudantes.

Na Educação Básica, desenvolveu atividades relacionadas aos Itinerários Formativos de Ciências da Natureza e de Matemática, abordando temas como energias renováveis, consumo e eficiência energética, sustentabilidade ambiental, conforto térmico, educação financeira e consumo consciente. Essas experiências aproximam sua atuação docente da proposta interdisciplinar deste minicurso, especialmente por articular conceitos físicos, problemas sociais, sustentabilidade e tomada de decisão baseada em evidências.

No MNPEF/UNIFESSPA, pretende desenvolver um produto educacional que una Ensino de Física e Inteligência Artificial para a Educação Básica, com foco na construção de práticas pedagógicas acessíveis, contextualizadas e críticas. Na proposta do minicurso, sua contribuição principal será liderar o eixo de materialidade da Inteligência Artificial, discutindo a infraestrutura física que sustenta os sistemas digitais, como sensores, redes, servidores, energia, data centers, consumo computacional e impactos socioambientais. A partir de sua formação em Física e de sua experiência docente, contribuirá para mostrar que a IA não é um fenômeno abstrato ou mágico, mas um sistema sociotécnico dependente de recursos físicos, energia, dados, modelos e decisões humanas.



Léia Sousa de Sousa é professora da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), vinculada à Faculdade de Computação e Sistemas de Informação (FACSI/IGE). Possui formação interdisciplinar em Matemática e Sistemas de Informação pela Universidade Federal do Pará (UFPA), é mestre e doutora em Informática pela Universidade de Brasília (UnB).

Atua nas áreas de Computação, Sistemas de Informação, tecnologias educacionais, pensamento computacional, letramento digital, inclusão digital, educação midiática, formação de professores, visualização de dados, infraestrutura de redes e tecnologias aplicadas à transformação digital. É docente do Mestrado Profissional em Computação em Rede Nacional (PROFCOMP/ UNIFESSPA) e do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF/UNIFESSPA, Polo 29), onde ministra componentes relacionados a Pensamento Computacional, Tecnologias Educacionais e Metodologia Científica com uso ético de Inteligência Artificial.

É idealizadora do Projeto Tecer Mulher, tecnologia social voltada à inclusão digital de mulheres idosas na Amazônia. A iniciativa tem como foco o desenvolvimento de práticas educativas situadas para letramento digital, segurança digital, cidadania digital, uso de aplicativos cotidianos e fortalecimento da autonomia de mulheres idosas. O projeto recebeu reconhecimento nacional com o Prêmio LED – Luz na Educação, da TV Globo, e alcançou o 2o lugar estadual no Prêmio Educador Transformador, promovido pelo SEBRAE, na categoria Inclusão e Sustentabilidade na Educação. Também atua como palestrante em eventos nacionais nas áreas de inclusão digital, tecnologia social, educação midiática, envelhecimento ativo e inovação educacional.

Capítulo

3

Do Concreto ao Digital: uma metodologia para o ensino de Inteligência Artificial como Objeto de Aprendizagem na Educação Básica

Tiago Cauassa Leão, Davi Cauassa Leão

Abstract

The growing presence of Artificial Intelligence (AI) in society highlights the need for pedagogical strategies that promote the understanding of its fundamental concepts in K–12 education. Although several educational tools support the teaching of Machine Learning, there is still a lack of methodologies that systematically integrate hands-on activities and digital technologies into a coherent learning sequence. This chapter presents a teaching methodology based on the transition from concrete experiences to digital environments by combining unplugged activities with practical experiences using online platforms. The proposed approach begins with manual data classification to introduce concepts such as data organization, training, inference, and pattern recognition, which are later explored through Machine Learning activities. Grounded in research on unplugged computing, AI literacy, and active learning, the methodology aims to support the understanding of abstract computing concepts through meaningful learning experiences and can be adapted to different Computing topics beyond Artificial Intelligence.

Resumo

A crescente presença da Inteligência Artificial (IA) na sociedade reforça a necessidade de desenvolver estratégias pedagógicas que promovam a compreensão de seus conceitos fundamentais na Educação Básica. Embora existam diversas ferramentas voltadas ao ensino de Aprendizado de Máquina, ainda são escassas metodologias que articulem atividades concretas e tecnologias educacionais em uma sequência de aprendizagem coerente. Este capítulo apresenta uma proposta metodológica baseada na transição do concreto para o digital, integrando atividades desplugadas e experiências práticas com plataformas on-line. A abordagem parte da classificação

manual de dados para introduzir conceitos como organização de dados, treinamento, inferência e reconhecimento de padrões, que posteriormente são explorados em um ambiente de Machine Learning. Fundamentada em pesquisas sobre atividades desplugadas, letramento em Inteligência Artificial e aprendizagem ativa, a proposta busca favorecer a compreensão de conceitos abstratos por meio de experiências significativas, oferecendo uma metodologia adaptável ao ensino de diferentes conteúdos da Computação.

Infraestrutura para o minicurso

Proposta para instituições que possuam ou não laboratórios de computadores, tanto da rede pública quanto da rede privada.

Espaço Físico: Sala com mesas e cadeiras.

Materiais de Consumo (Desplugado): Folhas de atividades impressas disponibilizadas em: <https://11nk.dev/76qhjbd> (code.org)

Equipamentos para os Participantes: Notebooks e/ou tablets podem ser utilizados para realizar as atividades plugadas se houver conectividade disponível.

Conectividade: Wi-Fi e/ou via rede de cabos.

Kits de Robótica: 1 kit da placa BBC micro:bit (cabo USB e pack de bateria) por dupla e/ou grupos de participantes. Caso exista somente 1 kit disponível, pode ser feita uma demonstração para todos.

Equipamento do Apresentador: Projetor multimídia (Datashow) ou tela para exibição dos slides, orientações e demonstrações das plataformas.

1. Seção 1 - Introdução e Justificativa Pedagógica

A rápida expansão da Inteligência Artificial (IA) tem transformado profundamente diferentes setores da sociedade, influenciando desde serviços digitais até processos produtivos, científicos e educacionais. Ferramentas capazes de gerar textos, imagens, códigos e recomendações passaram a fazer parte do cotidiano de milhões de pessoas, alterando significativamente a forma como o conhecimento é produzido, compartilhado e utilizado. Esse cenário desafia os sistemas educacionais a preparar estudantes não apenas para utilizar essas tecnologias, mas também para compreendê-las criticamente, reconhecendo seus princípios de funcionamento, limitações, impactos sociais e implicações éticas.

Na Educação Básica, entretanto, ainda é comum que a Inteligência Artificial seja apresentada apenas como uma ferramenta de produtividade ou apoio ao ensino, restringindo-se ao uso de aplicações prontas. Embora essas experiências sejam relevantes, elas pouco contribuem para que estudantes compreendam como sistemas inteligentes aprendem, tomam decisões e podem reproduzir limitações decorrentes da qualidade dos dados utilizados durante seu treinamento. Consequentemente, existe o risco de que professores e estudantes utilizem essas tecnologias como "caixas-pretas", aceitando seus resultados sem compreender os processos computacionais que os originam.

Nos últimos anos, documentos nacionais e internacionais têm reforçado a importância de desenvolver competências relacionadas ao letramento em Inteligência Artificial. No Brasil, esse movimento ganhou força com a Política Nacional de Educação Digital (Lei nº 14.533/2023), a BNCC Computação (SBC, 2022) e, mais recentemente, com o Documento Orientador sobre Caminhos Curriculares e Práticas Éticas de Uso da Inteligência Artificial na Educação Básica (MEC, 2026). Esses documentos destacam que a IA deve ser abordada em diferentes dimensões: como ferramenta de apoio à aprendizagem, como objeto de conhecimento e como tema para reflexão crítica sobre cidadania digital, ética e participação social.

Entretanto, transformar essas orientações em práticas pedagógicas continua sendo um desafio para muitos docentes, sobretudo aqueles que não possuem formação específica em Computação. Além da rápida evolução tecnológica, conceitos como dados, algoritmos, reconhecimento de padrões, treinamento e inferência costumam ser percebidos como excessivamente abstratos ou complexos, dificultando sua inserção em atividades de sala de aula.

Nesse contexto, pesquisas recentes na área de Informática na Educação têm destacado que a aprendizagem de conceitos computacionais pode ser favorecida quando experiências concretas antecedem a utilização das tecnologias digitais. Atividades desplugadas permitem que estudantes manipulem informações, construam hipóteses e desenvolvam modelos mentais antes da interação com ferramentas computacionais, reduzindo barreiras cognitivas e favorecendo aprendizagens mais significativas (Brackmann, 2017; Bell, Witten e Fellows, 2011). De maneira complementar, estudos sobre letramento em Inteligência Artificial defendem que compreender como os sistemas aprendem é tão importante quanto saber utilizá-los (Long & Magerko, 2020).

Partindo dessas premissas, este minicurso apresenta uma proposta metodológica que integra atividades desplugadas e ferramentas digitais em uma sequência progressiva de aprendizagem. A proposta foi concebida para favorecer a compreensão de conceitos introdutórios de Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina, estabelecendo uma correspondência explícita entre experiências concretas e processos posteriormente observados em plataformas de Machine Learning. Em vez de utilizar a tecnologia como ponto de partida, a metodologia organiza o processo de aprendizagem de modo que os participantes construam inicialmente os conceitos e, posteriormente, compreendam sua implementação em ambientes computacionais.

Mais do que ensinar o funcionamento de uma plataforma específica, o minicurso busca oferecer aos professores uma metodologia replicável, fundamentada em pesquisas da área de Informática na Educação, que possa ser adaptada a diferentes contextos escolares e a outros conteúdos da Computação. Assim, pretende-se contribuir para a formação docente, ampliando as possibilidades de inserção da Inteligência Artificial na Educação Básica de maneira crítica, significativa e pedagogicamente fundamentada.

1.1. Rompendo o efeito "caixa-preta" no cotidiano escolar

Embora ferramentas baseadas em Inteligência Artificial sejam cada vez mais acessíveis, sua utilização costuma ocorrer de maneira superficial, centrada nos resultados produzidos e não nos processos que lhes dão origem. Esse fenômeno é frequentemente descrito como o "efeito caixa-preta", no qual usuários interagem com sistemas

inteligentes sem compreender como eles processam informações, aprendem a partir dos dados ou produzem determinadas respostas. Na Educação Básica, essa situação pode levar estudantes e professores a aceitar decisões automatizadas sem desenvolver uma postura crítica diante de possíveis erros, limitações ou vieses presentes nos modelos computacionais. Long e Magerko (2020) argumentam que o letramento em Inteligência Artificial envolve justamente a capacidade de compreender esses processos, permitindo avaliar de forma crítica o comportamento dos sistemas inteligentes. Nesse sentido, ensinar IA não significa apenas apresentar ferramentas digitais, mas favorecer a compreensão dos princípios computacionais que sustentam seu funcionamento. Conceitos como classificação, treinamento, reconhecimento de padrões, inferência e qualidade dos dados tornam-se elementos centrais para que estudantes compreendam por que sistemas inteligentes acertam, erram e podem reproduzir vieses presentes nos conjuntos de treinamento.

1.2. O papel do professor como mediador da cultura digital

Diante desse cenário, o papel do professor também se transforma. Em vez de atuar apenas como transmissor de conteúdo ou usuário de ferramentas tecnológicas, passa a desempenhar a função de mediador da aprendizagem, promovendo experiências que permitam aos estudantes compreender criticamente os processos envolvidos na construção das tecnologias digitais. Essa perspectiva aproxima-se das abordagens construcionistas propostas por Papert (1993), nas quais o conhecimento é construído por meio da experimentação, da resolução de problemas e da interação ativa com diferentes representações. No contexto da Inteligência Artificial, isso significa criar situações em que os participantes possam construir modelos explicativos sobre o funcionamento dos algoritmos antes mesmo da utilização das ferramentas digitais. Para muitos professores, entretanto, essa mediação representa um desafio adicional, considerando que sua formação inicial nem sempre contemplou conteúdos relacionados à Computação ou à Inteligência Artificial. Assim, torna-se fundamental oferecer metodologias que reduzam a complexidade desses temas, permitindo sua integração gradual às práticas pedagógicas.

1.3. Objetivos e organização do minicurso

Este minicurso tem como objetivo apresentar uma metodologia para o ensino introdutório de Inteligência Artificial baseada na integração entre atividades desplugadas e ferramentas digitais. A proposta busca favorecer a aprendizagem de conceitos fundamentais de Aprendizado de Máquina por meio de uma sequência didática que parte de experiências concretas e evolui para a utilização de plataformas de Machine Learning e computação física. O texto está organizado em seis seções. Após esta introdução, apresenta-se o referencial teórico que fundamenta a proposta metodológica, discutindo pesquisas relacionadas ao letramento em Inteligência Artificial, às atividades desplugadas e ao ensino de Machine Learning. Em seguida, descreve-se a metodologia proposta e suas estratégias de ensino, detalhando a organização das atividades, o papel das tecnologias educacionais e as formas de interação entre os participantes. As seções seguintes apresentam as unidades didáticas que compõem o minicurso, culminando em uma discussão sobre suas contribuições para

a Informática na Educação e em considerações finais sobre possibilidades de adaptação e pesquisas futuras.

2. Seção 2 - Referencial Teórico e Amadurecimento Conceitual

A crescente presença da Inteligência Artificial (IA) em diferentes contextos sociais tem impulsionado discussões sobre a necessidade de desenvolver, desde a Educação Básica, competências relacionadas à compreensão crítica dessas tecnologias. Diferentemente de outras inovações digitais, a IA não apenas automatiza tarefas, mas também influencia processos de tomada de decisão, produção de conhecimento, comunicação e aprendizagem, tornando essencial que estudantes compreendam seus princípios de funcionamento, limitações e impactos na sociedade (Long & Magerko, 2020).

Nesse contexto, pesquisadores da área de Informática na Educação argumentam que o ensino de IA deve ir além da utilização de ferramentas inteligentes como apoio às atividades escolares, contemplando também a aprendizagem dos conceitos computacionais que fundamentam seu funcionamento. Essa perspectiva aproxima-se do conceito de Letramento em Inteligência Artificial (AI Literacy), entendido como o conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes necessários para compreender, utilizar e avaliar criticamente sistemas inteligentes (Long & Magerko, 2020).

No Brasil, esse movimento é fortalecido por documentos como a Política Nacional de Educação Digital, a BNCC Computação e, mais recentemente, pelo Documento Orientador sobre Caminhos Curriculares e Práticas Éticas de Uso da Inteligência Artificial na Educação Básica (MEC, 2026), que reconhecem a IA como ferramenta pedagógica, objeto de aprendizagem e tema para reflexão ética e cidadã. Esses documentos evidenciam a necessidade de preparar professores para integrar a IA às práticas pedagógicas de maneira crítica e fundamentada, favorecendo a formação de estudantes capazes de compreender o funcionamento das tecnologias digitais e seus impactos sociais.

Entretanto, transformar essas orientações em experiências de aprendizagem permanece como um desafio. Conceitos como dados, algoritmos, classificação, treinamento, inferência e reconhecimento de padrões costumam ser apresentados de forma abstrata, dificultando sua compreensão por estudantes e professores sem formação específica em Computação. Assim, torna-se necessário investigar estratégias metodológicas que aproximem esses conceitos da realidade dos participantes, favorecendo aprendizagens significativas.

2.1. Inteligência Artificial como objeto de aprendizagem

Neste minicurso, o conceito de Inteligência Artificial é abordado a partir de um recorte específico: sistemas de Aprendizado de Máquina supervisionado voltados à classificação e reconhecimento de padrões. Essa escolha metodológica não representa a totalidade do campo da IA, que também compreende outras abordagens e aplicações, incluindo sistemas de IA generativa.

A popularização de ferramentas baseadas em IA generativa provocou uma mudança significativa nas discussões sobre tecnologia educacional. Em poucos anos, aplicações

capazes de produzir textos, imagens, códigos e outros conteúdos passaram a integrar o cotidiano de estudantes e professores, ampliando o interesse pelo uso dessas tecnologias em sala de aula.

Apesar desse avanço, Holmes et al. (2022) observam que grande parte das iniciativas educacionais se concentra no emprego da Inteligência Artificial como ferramenta de apoio à aprendizagem, dedicando menor atenção ao ensino de seus princípios computacionais. Essa abordagem pode favorecer o uso operacional das tecnologias, mas nem sempre contribui para que estudantes compreendam como sistemas inteligentes são desenvolvidos, treinados ou avaliados.

Long e Magerko (2020) argumentam que o desenvolvimento do Letramento em Inteligência Artificial requer oportunidades para explorar conceitos fundamentais como organização de dados, classificação, treinamento de modelos, inferência, reconhecimento de padrões e avaliação crítica dos resultados produzidos pelos algoritmos. Segundo os autores, compreender esses processos é condição essencial para que os cidadãos possam utilizar sistemas inteligentes de maneira ética, consciente e responsável.

É importante, entretanto, distinguir os sistemas de IA abordados nesta proposta dos sistemas de IA generativa que motivam parte das discussões contemporâneas sobre o tema. Os sistemas trabalhados ao longo do minicurso possuem caráter predominantemente preditivo: recebem dados de entrada, aprendem padrões a partir de exemplos previamente classificados e utilizam esses padrões para realizar classificações ou previsões sobre novos dados. É esse processo que será explorado nas atividades com imagens, movimentos corporais e dados de sensores. Sistemas generativos, por outro lado, são desenvolvidos para produzir novos conteúdos, como textos, imagens, áudios ou códigos, a partir dos padrões aprendidos durante seu treinamento. Assim, embora ambos façam parte do campo da Inteligência Artificial, possuem finalidades e formas de interação distintas. A escolha dos sistemas preditivos nesta proposta constitui um recorte pedagógico, adotado por permitir que conceitos como dados, treinamento, reconhecimento de padrões, classificação e avaliação de resultados sejam observados de maneira concreta e progressiva pelos participantes.

Essa perspectiva também está presente no Documento Orientador do MEC (2026), que propõe abordar a Inteligência Artificial simultaneamente como ferramenta pedagógica e como objeto de aprendizagem, incentivando o desenvolvimento de competências relacionadas à compreensão de algoritmos, dados, tomada de decisão automatizada e impactos sociais da IA.

Dessa forma, ensinar Inteligência Artificial não significa apenas utilizar aplicações inteligentes em atividades escolares, mas criar oportunidades para que os estudantes compreendam os mecanismos que sustentam essas tecnologias, desenvolvendo uma postura crítica diante de seus resultados.

2.2. Aprendizagem de conceitos abstratos em Computação

Diversos conceitos fundamentais da Computação apresentam elevado nível de abstração, dificultando sua compreensão quando introduzidos exclusivamente por meio de explicações teóricas ou ferramentas digitais. Algoritmos, estruturas de dados, redes

neurais e Aprendizado de Máquina exigem que os estudantes construam modelos mentais capazes de representar processos invisíveis ao seu cotidiano.

Pesquisas na área da aprendizagem indicam que a compreensão de conceitos abstratos é favorecida quando novos conhecimentos são construídos a partir de experiências concretas e progressivamente relacionados a níveis mais elevados de abstração. Piaget (1976) destaca que o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio da interação entre o sujeito e o meio, permitindo que novos conhecimentos sejam construídos a partir da reorganização de estruturas cognitivas previamente existentes.

No contexto da Computação, Papert (1993) amplia essa perspectiva ao propor o Construcionismo, defendendo que a aprendizagem torna-se mais significativa quando os estudantes constroem artefatos, experimentam hipóteses e refletem sobre suas próprias ações. Segundo o autor, aprender Computação não deve restringir-se ao domínio de ferramentas, mas envolver processos de criação, investigação e resolução de problemas.

Essas perspectivas dialogam diretamente com metodologias ativas de aprendizagem, nas quais os participantes assumem papel protagonista na construção do conhecimento. Em vez de receber explicações prontas, são convidados a observar, experimentar, levantar hipóteses, discutir resultados e construir explicações para os fenômenos estudados.

No ensino de Inteligência Artificial, essa abordagem torna-se especialmente relevante, considerando que muitos processos computacionais não são diretamente observáveis durante a utilização das ferramentas digitais. Assim, experiências concretas podem funcionar como mediadoras da aprendizagem, permitindo que estudantes desenvolvam representações mentais antes da interação com sistemas computacionais.

2.3. Atividades desplugadas como estratégia pedagógica

Entre as metodologias utilizadas para aproximar conceitos computacionais da Educação Básica, destacam-se as atividades desplugadas.

Popularizadas pelo projeto Computer Science Unplugged (Bell, Witten & Fellows, 2011), essas atividades demonstram que diversos conceitos da Ciência da Computação podem ser explorados utilizando materiais simples, jogos e desafios, sem necessidade do uso imediato de computadores.

No contexto brasileiro, Brackmann (2017) demonstrou que atividades desplugadas favorecem significativamente o desenvolvimento do Pensamento Computacional, principalmente quando articuladas a metodologias ativas e à resolução colaborativa de problemas. Segundo o autor, a manipulação concreta de informações reduz barreiras cognitivas frequentemente associadas ao ensino de Computação, permitindo que os estudantes concentrem seus esforços na compreensão dos conceitos em vez do domínio das ferramentas.

Mais recentemente, Isotani et al. (2023) ampliaram essa discussão ao propor o conceito de IA na Educação Desplugada (AIED Unplugged), defendendo que experiências envolvendo Inteligência Artificial também podem ser desenvolvidas sem dependência inicial de tecnologias digitais, reduzindo limitações relacionadas à infraestrutura tecnológica, conectividade e formação docente.

Embora essas pesquisas apresentem diferentes objetivos, todas convergem para a ideia de que experiências concretas podem favorecer a aprendizagem de conceitos computacionais complexos. Entretanto, observa-se que poucas propostas estabelecem uma relação explícita entre as atividades desplugadas e as ferramentas digitais posteriormente utilizadas durante o processo de aprendizagem.

2.4. Tecnologias educacionais para o ensino de Machine Learning

Nos últimos anos, diferentes plataformas passaram a permitir que estudantes desenvolvessem aplicações simples de Aprendizado de Máquina sem necessidade de conhecimentos avançados de programação.

Ferramentas como CreateAI, da Fundação Micro:bit, Teachable Machine, do Google, e Code.org oferecem interfaces visuais que simplificam etapas relacionadas à coleta de dados, treinamento de modelos e realização de inferências.

Entretanto, conforme destacam Shamir e Levin (2022), a facilidade de utilização dessas plataformas não garante, por si só, a compreensão dos conceitos envolvidos no funcionamento do Machine Learning. Em estudos realizados com estudantes da Educação Básica, os autores observaram que muitos participantes conseguiam utilizar corretamente as ferramentas, mas apresentavam dificuldades para explicar por que determinados modelos acertavam, erravam ou produziam resultados inconsistentes.

Esses resultados reforçam a necessidade de metodologias que utilizem as tecnologias educacionais como instrumentos para consolidar conceitos previamente construídos, e não apenas como ambientes para execução de procedimentos técnicos.

Nesse sentido, o potencial pedagógico das ferramentas digitais depende menos de suas funcionalidades e mais da forma como são integradas ao processo de ensino e aprendizagem.

2.5. Síntese do referencial teórico

A literatura analisada evidencia que o ensino de Inteligência Artificial na Educação Básica envolve desafios que ultrapassam a simples utilização de ferramentas digitais. Long e Magerko (2020) destacam a importância do desenvolvimento do letramento em IA; Holmes et al. (2022) defendem uma abordagem que integre aspectos técnicos, sociais e éticos; Brackmann (2017) demonstra o potencial das atividades desplugadas para favorecer a aprendizagem de conceitos computacionais; Isotani et al. (2023) ampliam essa perspectiva para o contexto da Inteligência Artificial; e Shamir e Levin (2022) evidenciam a necessidade de estratégias que tornem explícitos os processos envolvidos no treinamento de modelos de Machine Learning.

Em conjunto, esses estudos sugerem que metodologias capazes de integrar experiências concretas e tecnologias educacionais podem favorecer a compreensão de conceitos abstratos relacionados à Inteligência Artificial. É a partir desse conjunto de evidências que se fundamenta a proposta metodológica apresentada neste minicurso. Na seção seguinte, descreve-se uma metodologia que organiza o processo de aprendizagem em uma sequência progressiva, estabelecendo uma correspondência explícita entre

atividades desplugadas e ferramentas digitais, com o objetivo de favorecer a construção de modelos mentais sobre os princípios fundamentais do Aprendizado de Máquina.

3. Seção 3 - Metodologia, Estratégia de Ensino e Dinâmica de Interação

A metodologia apresentada neste minicurso foi desenvolvida com o objetivo de favorecer a aprendizagem de conceitos introdutórios de Inteligência Artificial (IA) e Aprendizado de Máquina (Machine Learning) por meio da integração entre atividades desplugadas e tecnologias educacionais digitais. Sua concepção fundamenta-se nos referenciais discutidos na seção anterior, especialmente nas pesquisas sobre letramento em Inteligência Artificial (Long & Magerko, 2020), atividades desplugadas (Bell, Witten & Fellows, 2011; Brackmann, 2017), aprendizagem ativa (Papert, 1993) e ensino de Machine Learning na Educação Básica (Shamir & Levin, 2025).

Diferentemente de abordagens que iniciam o processo de ensino diretamente pela utilização de plataformas computacionais, esta metodologia organiza a aprendizagem em uma sequência progressiva na qual os conceitos fundamentais são inicialmente explorados por meio de experiências concretas e posteriormente revisitados em ambientes digitais. Dessa forma, a tecnologia deixa de representar o ponto de partida da aprendizagem e passa a atuar como instrumento para consolidar conhecimentos previamente construídos.

A proposta parte da hipótese de que estudantes e professores compreendem com maior facilidade conceitos abstratos quando conseguem estabelecer relações entre experiências concretas e representações computacionais. Assim, atividades desplugadas não são utilizadas apenas como recurso introdutório ou motivacional, mas constituem parte integrante da construção conceitual, permitindo que os participantes desenvolvam modelos mentais antes da interação com ferramentas de Inteligência Artificial.

Outro aspecto central da metodologia é a correspondência explícita entre as ações realizadas durante as atividades desplugadas e os processos posteriormente executados pelas plataformas digitais. Em vez de aprender uma nova sequência de procedimentos ao utilizar uma ferramenta computacional, os participantes reconhecem que os conceitos anteriormente vivenciados continuam presentes, agora representados por algoritmos e modelos de Machine Learning.

Essa organização busca reduzir a carga cognitiva associada à aprendizagem simultânea de conceitos abstratos e novas tecnologias, favorecendo a compreensão do funcionamento dos sistemas inteligentes e estimulando uma postura investigativa diante dos resultados produzidos por essas ferramentas.

3.1. Visão geral da metodologia

A metodologia organiza o processo de aprendizagem em seis etapas complementares, nas quais os participantes constroem gradativamente os conceitos fundamentais relacionados ao Aprendizado de Máquina.

Organização geral da metodologia proposta:

Contextualização do problema > Atividade desplugada > Construção coletiva dos conceitos > Correspondência entre atividade concreta e ambiente digital > Experimentação com Machine Learning > Reflexão, generalização e aplicação.

Cada etapa possui objetivos pedagógicos específicos, mas todas estão articuladas por um mesmo conjunto de conceitos, permitindo que o participante reconheça relações entre as experiências realizadas ao longo do minicurso.

3.2. Princípios pedagógicos da metodologia

A organização da proposta fundamenta-se em cinco princípios pedagógicos que orientam todas as atividades desenvolvidas durante o minicurso.

Aprendizagem significativa

A metodologia parte do pressuposto de que novos conhecimentos são construídos a partir da relação entre experiências prévias e novos conceitos (Ausubel, 1968). Assim, antes da utilização das tecnologias digitais, os participantes são convidados a explorar situações concretas que possibilitam compreender intuitivamente conceitos relacionados ao Aprendizado de Máquina.

Progressão do concreto para o digital

Inspirada em abordagens construcionistas (Papert, 1993) e nas contribuições das atividades desplugadas (Brackmann, 2017), a metodologia organiza o processo de aprendizagem em uma sequência que parte da manipulação concreta de dados e evolui para sua representação computacional.

Essa progressão busca reduzir a abstração inicial frequentemente associada ao ensino da Inteligência Artificial, permitindo que conceitos como classificação, treinamento e inferência sejam compreendidos antes da interação com plataformas digitais.

Correspondência entre experiências

O princípio da correspondência estabelece que as ações realizadas durante as atividades desplugadas devem representar explicitamente os mesmos processos posteriormente executados pelas ferramentas de Machine Learning.

Assim, organizar imagens corresponde à organização dos dados de treinamento; reconhecer padrões manualmente corresponde ao processo de inferência; revisar classificações equivale ao refinamento do modelo computacional.

Essa continuidade favorece a construção de modelos mentais consistentes sobre o funcionamento da Inteligência Artificial.

Aprendizagem ativa

Durante todo o minicurso, os participantes assumem papel protagonista na construção do conhecimento. Em vez de receber definições prontas sobre os conceitos abordados, são convidados a levantar hipóteses, discutir critérios de classificação, interpretar resultados e refletir sobre limitações dos modelos produzidos.

Essa perspectiva aproxima-se das metodologias ativas de aprendizagem e do construcionismo proposto por Papert (1993), valorizando a experimentação, a investigação e a resolução colaborativa de problemas.

Tecnologia como mediadora da aprendizagem

Na metodologia proposta, as tecnologias educacionais não constituem o objetivo da aprendizagem, mas instrumentos que permitem tornar visíveis processos computacionais anteriormente discutidos por meio das atividades concretas.

Essa compreensão aproxima-se da perspectiva defendida por Holmes et al. (2022), segundo a qual o potencial pedagógico da Inteligência Artificial depende da forma como ela é integrada às experiências de aprendizagem e não apenas de suas funcionalidades.

3.3. Organização da sequência didática

A sequência didática foi organizada de forma que cada etapa introduza apenas um pequeno conjunto de novos elementos, preservando a continuidade conceitual entre as experiências.

Inicialmente, realiza-se uma breve problematização sobre a presença da Inteligência Artificial no cotidiano, mobilizando conhecimentos prévios dos participantes.

Em seguida, desenvolve-se uma atividade desplugada na qual os participantes organizam dados, identificam padrões e constroem categorias manualmente.

Após essa etapa, estabelece-se uma correspondência explícita entre as ações realizadas durante a atividade concreta e os processos executados por sistemas de Machine Learning.

Somente então são introduzidas as tecnologias educacionais, permitindo que os participantes observem os mesmos conceitos sendo executados em ambiente computacional.

Por fim, realiza-se uma reflexão coletiva sobre os resultados obtidos, discutindo limitações, possibilidades de melhoria dos modelos e aplicações da Inteligência Artificial em diferentes contextos.

Essa organização favorece uma transição gradual entre diferentes níveis de abstração, reduzindo dificuldades frequentemente observadas quando ferramentas digitais são apresentadas como ponto inicial da aprendizagem.

3.4. O papel do professor

Na metodologia proposta, o professor atua como mediador do processo de aprendizagem, criando situações que estimulem a investigação, a formulação de hipóteses e a construção coletiva do conhecimento.

Durante as atividades, evita-se apresentar respostas prontas ou explicações excessivamente técnicas. Em vez disso, o professor conduz discussões, propõe questionamentos e incentiva os participantes a explicarem seus próprios critérios de classificação e interpretação dos dados.

Ao introduzir as ferramentas digitais, o professor procura estabelecer continuamente relações entre os procedimentos anteriormente realizados manualmente e os processos executados pela plataforma computacional, favorecendo a compreensão da Inteligência Artificial como continuidade da experiência concreta.

3.5. O papel das tecnologias educacionais

As tecnologias utilizadas no minicurso desempenham função mediadora, permitindo que conceitos previamente construídos sejam observados em funcionamento em sistemas reais de Machine Learning.

A plataforma CreateAI, integrada à placa micro:bit, foi selecionada por possibilitar a coleta de dados utilizando sensores embarcados, o treinamento de modelos e a realização de inferências em um ambiente acessível a professores e estudantes da Educação Básica.

Entretanto, a metodologia não depende exclusivamente dessas ferramentas. Seus princípios podem ser aplicados utilizando outras plataformas de Machine Learning, desde que preservem a correspondência entre as experiências concretas e digitais.

Essa característica amplia o potencial de adaptação da proposta para diferentes contextos educacionais, tecnologias e conteúdos da Computação.

3.6. Estrutura geral da aplicação

A Tabela 1 sintetiza as etapas que compõem a metodologia.

Tabela 1. Organização da metodologia proposta.

Etapa	Objetivo pedagógico	Estratégia utilizada
Contextualização	Mobilizar conhecimentos prévios	Discussão orientada
Atividade desplugada	Construir conceitos fundamentais	Organização e classificação de dados
Correspondência	Relacionar experiências concretas e digitais	Discussão coletiva
Experimentação digital	Consolidar conceitos	Atividades online
Reflexão	Generalizar e aplicar os conhecimentos	Debate e análise dos resultados

4. Seção 4 - Unidade Didática 1 – Vivência Desplugada

A primeira unidade didática tem como objetivo introduzir os participantes aos princípios fundamentais do Aprendizado de Máquina por meio de atividades desplugadas que simulam o processo de tomada de decisão de um sistema de Inteligência Artificial. Inspirada nas lições Making Predictions e Training AI, desenvolvidas pelo Code.org, esta unidade organiza a aprendizagem em uma sequência

progressiva que parte da identificação de padrões e culmina na compreensão de como modelos de IA são treinados a partir de exemplos.

A proposta busca fazer com que os participantes construam os conceitos antes de entrarem em contato com qualquer plataforma computacional. Dessa forma, ao utilizar posteriormente ferramentas de Machine Learning, eles reconhecerão que os processos executados pelo computador correspondem às mesmas ações vivenciadas durante a atividade desplugada.

4.1. Explorando padrões e fazendo previsões

A unidade inicia-se com uma breve conversa sobre como sistemas de Inteligência Artificial tomam decisões no cotidiano. O professor apresenta exemplos próximos da realidade dos participantes, como recomendações de vídeos, filtros de spam, reconhecimento facial e assistentes virtuais, conduzindo a discussão por meio de perguntas abertas:

- Como um computador consegue decidir qual vídeo recomendar?
- Como ele identifica um rosto em uma fotografia?
- Será que ele realmente "sabe" o que está vendo?

O objetivo não é responder imediatamente a essas perguntas, mas despertar a curiosidade dos participantes para a ideia central da oficina: computadores aprendem identificando padrões nos dados.

Em seguida, o professor apresenta alguns conjuntos de objetos ou imagens e propõe um desafio semelhante ao utilizado na lição Making Predictions: identificar qual elemento "não pertence ao grupo" e justificar a escolha. Diferentes respostas são aceitas, desde que fundamentadas em características observáveis, como cor, forma, tamanho ou função. Essa etapa evidencia que um mesmo conjunto de dados pode ser organizado de diferentes maneiras, dependendo das características consideradas mais importantes (Figura 1).

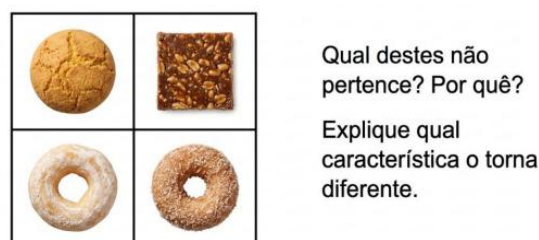


Figura 1. Gerada por IA

Após essa discussão inicial, os participantes recebem conjuntos de cartões contendo imagens variadas e são convidados a agrupá-los de acordo com um padrão observado. Em um primeiro momento, os grupos apenas analisam exemplos já classificados e procuram descobrir qual critério foi utilizado para organizar os dados (Figura 2).



Figura 2. Disponível em code.org

Em seguida, recebem novos cartões e precisam prever em qual categoria cada um deve ser inserido. Essa dinâmica reproduz o processo de inferência realizado por sistemas de IA: a partir de exemplos previamente organizados, busca-se identificar padrões que permitam fazer previsões sobre novos dados (Figura 3).



Figura 3. Disponível em code.org

Ao término da atividade, realiza-se uma breve discussão coletiva, destacando que previsões não são feitas de maneira aleatória, mas com base nas informações disponíveis. O professor retoma a ideia de que diferentes conjuntos de dados podem produzir diferentes formas de classificação, preparando o grupo para compreender, na etapa seguinte, como esses exemplos são utilizados para ensinar um computador.

4.2. Ensinando uma Inteligência Artificial

Após compreender que previsões dependem da identificação de padrões, os participantes passam a investigar como esses padrões são aprendidos pelos computadores.

O professor apresenta o problema central da atividade: como ensinar uma Inteligência Artificial a diferenciar peixes de resíduos encontrados no oceano? Essa situação é inspirada na segunda lição do material do Code.org e permite explorar conceitos fundamentais de Aprendizado de Máquina utilizando um contexto simples e visualmente acessível.

Organizados em pequenos grupos, os participantes recebem um conjunto de cartões contendo imagens de peixes e resíduos. A tarefa consiste em rotular corretamente cada imagem, formando um conjunto de exemplos que será utilizado para "treinar" a Inteligência Artificial. Durante essa etapa, o professor enfatiza que não basta possuir muitos dados: é necessário que eles estejam corretamente classificados e representem adequadamente a diversidade de situações que poderão ser encontradas futuramente (Figura 4).



Figura 4. Gerada por IA

Concluída a organização dos cartões, um dos participantes assume simbolicamente o papel da Inteligência Artificial. Os demais apresentam novas imagens e solicitam que ele determine, com base apenas nos exemplos utilizados durante o treinamento (organização dos cartões), se cada item representa um peixe ou um resíduo. Ao justificar suas respostas, o participante explicita os padrões utilizados para tomar suas decisões, permitindo que toda a turma observe como ocorre o processo de inferência (olhos, boca, nadadeiras, escamas, etc).

Em seguida, o professor modifica intencionalmente o conjunto de treinamento. Em algumas situações, remove determinados tipos de peixes; em outras, utiliza apenas imagens muito semelhantes entre si ou apresenta exemplos desequilibrados entre as categorias. Os participantes repetem a atividade e observam que as decisões passam a apresentar mais erros ou inconsistências.

Essa experiência conduz naturalmente à discussão sobre qualidade dos dados, diversidade do conjunto de treinamento e influência dessas escolhas no desempenho de modelos de Inteligência Artificial.

4.3. Reflexão e sistematização

A unidade encerra-se com uma discussão coletiva sobre os conceitos construídos durante as atividades. O professor retoma a sequência vivenciada pelos participantes e sistematiza as principais ideias:

- computadores fazem previsões identificando padrões nos dados;
- esses padrões precisam ser aprendidos a partir de exemplos previamente organizados;
- a qualidade das previsões depende diretamente da qualidade e da diversidade do conjunto de treinamento;
- diferentes pessoas podem organizar os mesmos dados de maneiras distintas, influenciando o comportamento do modelo;
- dados incompletos ou enviesados podem produzir decisões incorretas ou injustas.

Por fim, estabelece-se a ponte para a Unidade Didática 2. O professor explica que, na próxima etapa do minicurso, os participantes utilizarão plataformas digitais para realizar exatamente o mesmo processo vivenciado durante a oficina desplugada. A diferença é que, dessa vez, o papel de identificar padrões e realizar previsões será desempenhado por um modelo computacional treinado pelos próprios participantes.

5. Seção 5 - Unidade Didática 2 – Prática Plugada Virtual

A segunda unidade didática realiza a transição das experiências desplugadas para ambientes digitais de Aprendizado de Máquina. O objetivo é permitir que os participantes reconheçam, em diferentes ferramentas, os mesmos processos explorados anteriormente: organização de dados, definição de categorias, treinamento, teste e revisão dos resultados. A sequência foi planejada de forma progressiva. Inicialmente, os participantes trabalham com imagens em uma plataforma virtual. Em seguida, utilizam a webcam para treinar um modelo com a imagem do próprio corpo. Por fim, avançam para a coleta de dados por sensores, preparando a transição para a computação física com a placa micro:bit. Durante toda a unidade, o formador deve retomar explicitamente as relações com a atividade desplugada. A intenção não é apresentar três ferramentas isoladas, mas mostrar que diferentes sistemas de IA seguem uma lógica semelhante: recebem dados, identificam padrões e utilizam o que foi aprendido para classificar novas entradas.

5.1. Treinamento com imagens na atividade IA para Oceanos

A unidade inicia-se com a atividade IA para Oceanos, disponível na plataforma Code.org. Nessa experiência, os participantes treinam um modelo para distinguir seres vivos marinhos de resíduos encontrados no oceano (Figura 5).

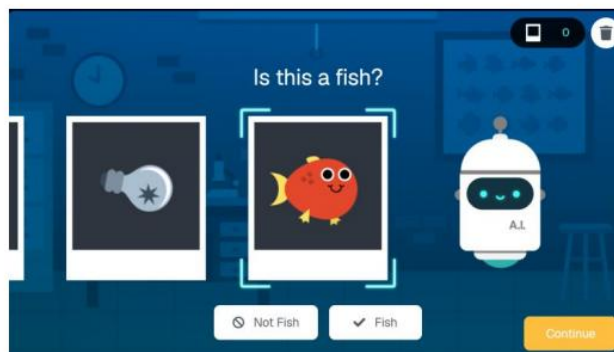


Figura 5. Code.org

Organizados em pequenos grupos, os participantes recebem sucessivas imagens na tela do dispositivo e devem indicar se cada elemento representa um peixe ou lixo. Cada escolha funciona como uma informação de treinamento oferecida ao modelo. À medida que novos exemplos são classificados, a IA passa a utilizar os padrões presentes nas imagens para realizar suas próprias previsões.

Antes de iniciar, o formador retoma os conceitos trabalhados na unidade desplugada e pergunta:

- O que corresponde aos dados nesta atividade?
- Quais são as categorias utilizadas?
- Quem está dizendo ao sistema qual é a resposta correta?
- O que pode acontecer se uma imagem for classificada incorretamente?

Durante a exploração, os participantes devem observar que o modelo não recebe uma regra textual detalhando todas as características de um peixe ou de um resíduo. Ele aprende a partir dos exemplos classificados por pessoas. Essa característica permite retomar a diferença entre a programação baseada em regras e o Aprendizado de Máquina baseado em dados.

Depois do treinamento inicial, recomenda-se que os grupos comparem os resultados obtidos. Modelos treinados por grupos diferentes podem apresentar comportamentos distintos, especialmente quando os participantes classificam imagens ambíguas de maneiras diferentes. Essa comparação evidencia que as escolhas humanas realizadas durante a preparação dos dados influenciam diretamente o comportamento do sistema.

O formador também pode solicitar que uma dupla classifique deliberadamente alguns exemplos de maneira incorreta. Em seguida, os participantes devem observar como esses erros afetam as previsões posteriores. Essa intervenção ajuda a tornar concreto o princípio de que dados rotulados de forma inadequada podem gerar respostas igualmente inadequadas.

5.2. Da classificação de imagens ao reconhecimento de movimentos

Após a atividade no Code.org, o formador explicita que o modelo anterior foi treinado com imagens. Cada imagem funcionou como um dado de entrada, e as categorias “peixe” e “lixo” funcionaram como rótulos.

Em seguida, apresenta-se uma nova questão:

- Uma IA precisa aprender apenas com imagens prontas ou também pode aprender a reconhecer movimentos realizados por pessoas?

Essa pergunta marca a passagem para uma nova modalidade de dados. Em vez de imagens previamente selecionadas, os participantes passam a produzir os próprios exemplos por meio da webcam.

O formador esclarece que, embora o tipo de dado seja diferente, a lógica permanece a mesma:

- definir as categorias;
- coletar exemplos;
- treinar o modelo;
- testar com novos exemplos;
- analisar e corrigir possíveis erros

Essa retomada é importante para que a troca de ferramenta não seja percebida como uma nova atividade desconectada, mas como uma continuidade conceitual.

5.3 Reconhecimento de movimentos com Teachable Machine

Na segunda prática digital, os participantes utilizam a plataforma Teachable Machine (Figura 6), que permite criar modelos de classificação por meio de uma interface visual e sem necessidade de programação textual.

Cada dupla acessa a opção de projeto de imagens e cria três categorias de posições corporais. Podem ser utilizados, por exemplo:

- acenar com a mão;
- simular uma corrida posicionando os braços e pernas;
- realizar o gesto de bater uma massa de bolo.

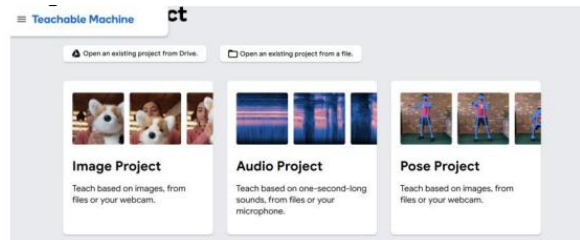


Figura 6. Disponível em <https://teachablemachine.withgoogle.com/>

Para cada categoria, os participantes posicionam-se diante da webcam e registram vários exemplos do movimento. O formador deve orientar que os gestos sejam repetidos com pequenas variações de posição, distância da câmera, evitando que todos os exemplos sejam praticamente idênticos.

Durante a coleta, podem ser feitas perguntas como:

- Quantos exemplos são suficientes?
- O que acontece se todos os registros forem feitos exatamente da mesma maneira?
- O modelo reconhecerá outra pessoa realizando o mesmo gesto?
- A iluminação ou o fundo da sala podem interferir no resultado?

Após coletar os dados, cada dupla realiza o treinamento do modelo e inicia os testes. Os participantes executam novamente os movimentos e observam as probabilidades ou classificações apresentadas pela plataforma.

Os erros devem ser tratados como parte da aprendizagem. Quando o modelo confundir duas categorias, o formador orienta o grupo a investigar possíveis causas: pouca quantidade de exemplos, movimentos muito parecidos, presença de elementos irrelevantes na imagem ou falta de variedade no conjunto de treinamento.

Em seguida, os grupos adicionam novos exemplos, treinam novamente o modelo e verificam se houve melhoria. Esse ciclo de coleta, treinamento, teste e revisão torna visível que a construção de um modelo de IA é um processo iterativo.

5.4 Introdução ao CreateAI e aos dados de sensores

Depois de trabalhar com imagens captadas pela webcam, o formador apresenta uma terceira possibilidade: treinar uma IA utilizando dados que não são fotografias visíveis, mas valores numéricos coletados por sensores.

A plataforma CreateAI (Figura 7), integrada à placa micro:bit, é introduzida como um ambiente que permite registrar movimentos por meio do acelerômetro do dispositivo. O formador explica que o sensor mede variações nos eixos de movimento da placa e transforma essas variações em dados (Figura 8).



Figura 7. Disponível em learn.forwardedu.com



Figura 8. Tradução: Conectar, Coletar Dados, Treinar, Testar Modelo, Codificar, Usar. Disponível em createai.microbit.org/

Nesse momento, estabelece-se uma comparação direta entre as práticas:

- no Code.org, os dados eram imagens de peixes e resíduos;
- no Teachable Machine, os dados eram imagens captadas pela webcam;
- no CreateAI, os dados serão valores produzidos pelo movimento do micro:bit.

Os participantes devem compreender que, embora os dados tenham formatos diferentes, todos precisam ser coletados, organizados, rotulados e utilizados para treinar um modelo.

A apresentação do CreateAI nesta unidade pode ser breve e demonstrativa, preparando o aprofundamento prático com a micro:bit em uma unidade seguinte. O formador pode mostrar como criar categorias de gestos, registrar amostras de movimento e visualizar os dados captados pelo sensor (Figura 9).

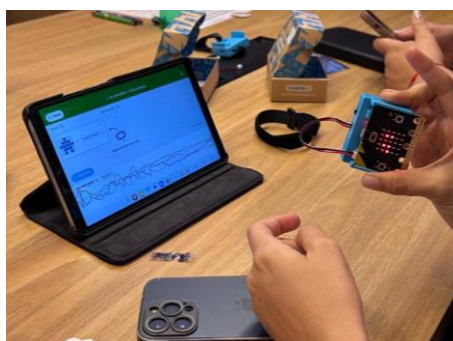


Figura 9. Utilizando o aplicativo createAi da Fundação Micro:bit para tablets

5.5 Comparação entre as ferramentas

Ao final das três experiências, o formador conduz uma comparação coletiva.

Tabela 2. Comparação coletiva.

Ferramenta	Tipo de dado	Forma de coleta	Exemplo de categoria
IA para Oceanos	Imagens prontas	Classificação na tela	Peixe ou lixo
Teachable Machine	Imagens da webcam	Movimentos diante da câmera	Acenar, correr ou bater massa
CreateAI	Dados do acelerômetro	Movimento da placa micro:bit	Diferentes gestos físicos

A comparação deve destacar que a IA não aprende diretamente o significado de “peixe”, “lixo” ou “acenar”. Ela identifica padrões nos dados fornecidos durante o treinamento.

Também é importante explicar que “mais dados” não significa automaticamente “melhor modelo”. A quantidade deve estar associada à qualidade, à diversidade e à correção das classificações. Muitos exemplos repetidos ou rotulados incorretamente podem reforçar padrões inadequados.

5.6 Sistematização das aprendizagens

A unidade encerra-se com uma discussão orientada pelas seguintes perguntas:

- O que todas as ferramentas utilizaram para aprender?
- O que aconteceu quando foram fornecidos poucos exemplos?
- O que aconteceu quando os exemplos eram muito parecidos?
- Como um erro humano durante o treinamento afetou o resultado?
- Por que dois grupos podem obter modelos diferentes usando a mesma ferramenta?
- Após essa experiência é possível entender o ChatGPT no mesmo arcabouço conceitual de dados, treinamento e inferência trabalhado na oficina?

Ao final, espera-se que os participantes compreendam quatro ideias centrais:

- Sistemas de IA precisam de dados para aprender.
- Os dados precisam ser organizados e utilizados no treinamento de um modelo.
- A quantidade, a qualidade e a diversidade dos exemplos influenciam as previsões.
- Dados incorretos, limitados ou enviesados podem produzir respostas erradas ou injustas.

6. Seção 6 - Conclusão e Considerações Finais

A crescente presença da Inteligência Artificial em diferentes dimensões da sociedade evidencia a necessidade de que a Educação Básica prepare os estudantes não apenas para utilizar sistemas inteligentes, mas também para compreender seus princípios de funcionamento, suas limitações e seus impactos sociais. Entretanto, transformar esse objetivo em experiências de aprendizagem acessíveis para professores e estudantes ainda representa um desafio, especialmente diante da natureza abstrata dos conceitos envolvidos no Aprendizado de Máquina e da rápida evolução das tecnologias digitais.

Este minicurso apresentou uma proposta metodológica que busca enfrentar esse desafio por meio da integração entre atividades desplugadas e ferramentas digitais, organizadas em uma sequência progressiva de aprendizagem. Diferentemente de abordagens centradas exclusivamente na utilização de plataformas baseadas em Inteligência Artificial, a metodologia parte da construção de conceitos por meio de experiências concretas e estabelece uma correspondência explícita entre essas vivências e os processos executados pelos modelos computacionais.

Ao longo das unidades didáticas, os participantes são convidados a experimentar diferentes formas de interação com a Inteligência Artificial, iniciando pela identificação de padrões e pela classificação manual de dados, avançando para o treinamento de modelos em ambientes virtuais e culminando na utilização de sensores embarcados na placa micro:bit. Essa progressão busca tornar visíveis processos que normalmente permanecem ocultos aos usuários, favorecendo uma compreensão mais significativa sobre como sistemas inteligentes aprendem, tomam decisões e dependem da qualidade dos dados utilizados durante seu treinamento.

A proposta apresentada fundamenta-se em pesquisas da área de Informática na Educação que destacam o potencial das atividades desplugadas para reduzir barreiras cognitivas (Brackmann, 2017), das metodologias construcionistas para promover aprendizagens significativas (Papert, 1993) e do desenvolvimento do letramento em Inteligência Artificial como competência essencial para a cidadania digital (Long & Magerko, 2020). Ao articular esses referenciais com ferramentas educacionais contemporâneas, como Code.org, Teachable Machine e CreateAI, busca-se oferecer aos professores uma metodologia acessível, fundamentada e facilmente adaptável a diferentes realidades escolares.

Embora o minicurso utilize exemplos relacionados ao reconhecimento de imagens e movimentos, a metodologia não se restringe a essas aplicações. Seus princípios podem ser empregados no ensino de outros conteúdos da Computação e da Inteligência Artificial, incluindo classificação de sons, reconhecimento de gestos, visão computacional, Ciência de Dados e Internet das Coisas. Da mesma forma, as ferramentas digitais apresentadas podem ser substituídas por outras plataformas de Machine Learning, desde que sejam preservados os princípios pedagógicos que estruturam a proposta.

Do ponto de vista da formação docente, acredita-se que a metodologia contribui para reduzir a percepção de que a Inteligência Artificial constitui um conteúdo excessivamente complexo ou restrito a especialistas em Computação. Ao aproximar conceitos abstratos de experiências concretas e progressivas, amplia-se o potencial de inserção desses temas na Educação Básica, favorecendo práticas pedagógicas mais críticas, investigativas e alinhadas às recomendações da Política Nacional de Educação Digital, da BNCC Computação e do Documento Orientador sobre Caminhos Curriculares e Práticas Éticas de Uso da Inteligência Artificial na Educação Básica.

Como perspectivas futuras, pretende-se aplicar a metodologia em diferentes contextos educacionais, investigando seus impactos sobre a aprendizagem de conceitos relacionados à Inteligência Artificial, ao desenvolvimento do letramento em IA e à formação inicial e continuada de professores. Estudos futuros poderão comparar sua aplicação em diferentes etapas da Educação Básica, analisar sua adaptação para outros

recursos tecnológicos e avaliar sua contribuição para o desenvolvimento do pensamento computacional, da resolução de problemas e da compreensão crítica das tecnologias digitais.

Por fim, espera-se que este capítulo contribua para fortalecer a pesquisa e a prática em Informática na Educação, oferecendo aos professores e pesquisadores uma proposta metodológica fundamentada, flexível e replicável. Mais do que ensinar a utilizar ferramentas de Inteligência Artificial, busca-se favorecer a compreensão de seus princípios de funcionamento, possibilitando que estudantes assumam um papel mais crítico, criativo e consciente diante das tecnologias que já fazem parte de seu cotidiano e que continuarão a influenciar sua vida acadêmica, profissional e social.

Referências

- Ausubel, D. P. (2000) *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Bell, T., Witten, I. H. and Fellows, M. (2011) *Computer Science Unplugged: Ensinando Computação sem o Uso do Computador*. Tradução de Luciano Porto Barreto. New Zealand, CS Unplugged. Available at: <https://classic.csunplugged.org/documents/books/portuguese/CSUnpluggedTeachers-portuguese-brazil-feb-2011.pdf>, June 2026.
- Brackmann, C. P. (2017) *Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica*. Tese (Doutorado em Informática na Educação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Brasil (2023) *Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023: Institui a Política Nacional de Educação Digital*. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- Brasil, Conselho Nacional de Educação (2025) *Resolução CNE/CEB nº 2, de 2025: Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Digital e Midiática*. Brasília, CNE.
- Brasil, Ministério da Educação (2022) *Complementação à Base Nacional Comum Curricular para a Computação (BNCC Computação)*. Brasília, MEC.
- Brasil, Ministério da Educação (2026) *Documento Orientador sobre Caminhos Curriculares e Práticas Éticas de Uso da Inteligência Artificial na Educação Básica*. Brasília, MEC.
- Brasil, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica (SEB) (2026) *IA na prática docente: uso ético, criativo e pedagógico – Ensino Médio*. Brasília, DF, MEC/AVAMEC. Disponível em: <https://avamec.mec.gov.br>, Julho 2026.
- Code.org (2026) *Artificial Intelligence Foundations*. Available at: <https://code.org/>, June 2026.
- Code.org (2026) *AI for Oceans*. Available at: <https://code.org/ocean>, June 2026.

- Holmes, W. and Tuomi, I. (2022) “State of the Art and Practice in AI in Education”, *European Journal of Education*, 57, pp. 542–570. Available at: <https://doi.org/10.1111/ejed.12533>.
- Isotani, S., Bittencourt, I. I., Chalco, G. C., Dermeval, D. and Mello, R. F. (2023) “AIED Unplugged: Leapfrogging the Digital Divide to Reach the Underserved”, *Communications in Computer and Information Science*, vol. 1831, pp. 772–779. Cham, Springer. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-031-36336-8_118.
- Long, D. and Magerko, B. (2020) “What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations”, *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, ACM.
- Micro:bit Educational Foundation (2026) *CreateAI*. Available at: <https://createai.microbit.org>, June 2026.
- Micro:bit Educational Foundation (2026) *Classroom Resources*. Available at: <https://microbit.org/teach/classroom-resources/>, June 2026.
- Papert, S. (1993) *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. 2nd ed. New York, Basic Books.
- Pelizzari, A., Kriegl, M. L., Baron, M. P., Finck, N. T. L. and Dorocinski, S. I. (2002) “Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel”, *Revista PEC*, Curitiba, 2(1), pp. 37–42.
- Shamir, G. and Levin, I. (2022) “Teaching Machine Learning in Elementary School”, *International Journal of Child-Computer Interaction*, vol. 31, article 100415. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100415>.
- Sociedade Brasileira de Computação (2022) *BNCC Computação: Normas e Orientações*. Porto Alegre, SBC.
- Wing, J. M. (2006) “Computational Thinking”, *Communications of the ACM*, 49(3), pp. 33–35.

Declaração sobre o uso de Inteligência Artificial Generativa

Este capítulo contou com o apoio de ferramentas de Inteligência Artificial Generativa durante sua elaboração, utilizadas como suporte para geração de imagens, organização textual, revisão linguística, aprimoramento da redação e discussão da estrutura metodológica apresentada. Todas as decisões relacionadas ao conteúdo científico, à fundamentação teórica, à seleção das referências bibliográficas, à definição da metodologia proposta e à revisão final do texto foram realizadas pela autoria, que assume integral responsabilidade pelo conteúdo apresentado.

Declaração de revisão da autoria

A autoria declara que a versão final deste capítulo foi integralmente revisada e aprovada por todos os autores antes de sua submissão para publicação.

Currículo Resumido dos Autores



Tiago Cauassa é Licenciado em Informática pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA), com atuação voltada às tecnologias educacionais. Realizou graduação-sanduíche em Tecnologia da Informação na Kwantlen Polytechnic University, no Canadá, com ênfase em gerenciamento de projetos de Tecnologia da Informação. É pós-graduado em Robótica Educacional pela POSFG e fundador da ControlBot, empresa especializada na implementação da Computação na Educação Básica, na formação de professores e no desenvolvimento de projetos educacionais envolvendo Pensamento Computacional, Programação, Robótica Educacional e Inteligência Artificial. Possui formação complementar em Neurociência

da Aprendizagem, com interesse em educação inclusiva aplicada ao ensino de Computação, além de certificações internacionais para atuação com a LEGO Education Academy e a Micro:bit Educational Foundation em projetos STEAM, Robótica e Programação. Atualmente, cursa a formação “IA na Prática Docente: Uso Ético, Criativo e Pedagógico”, oferecida pela plataforma AVAMEC, e Pós-graduação em DUA e Práticas Inclusivas, oferecida pela Faculdade Metropolitana. Atua há mais de uma década na Educação Básica, desenvolvendo e implementando currículos, materiais didáticos e formações alinhadas à BNCC Computação em escolas públicas e privadas. Sua experiência inclui a formação continuada de professores para o ensino de Computação, Robótica Educacional e Inteligência Artificial em diferentes contextos educacionais brasileiros. Em 2025, atuou como formador no Curso de Qualidade no Ensino de Computação na Educação Básica (CQEB), realizado durante o Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC), em Maceió, Alagoas. Entre suas publicações recentes, destaca-se o capítulo “Swift Coding Club: aulas de programação com iOS para alunos da Educação Básica”, publicado na obra Professores de Computação na Educação Básica: relatos de experiências (Editora Bagai, 2025), dedicada à divulgação de práticas pedagógicas alinhadas à BNCC Computação. Possui ainda capítulo aprovado para a edição de 2026 da mesma obra, sobre inclusão de estudantes com Transtorno do Espectro Autista e Altas Habilidades/Superdotação em aulas de Programação, atualmente em processo de publicação.

Suas áreas de interesse incluem Educação em Computação, BNCC Computação, Inteligência Artificial na Educação Básica, Pensamento Computacional, Robótica Educacional, formação docente, educação inclusiva e desenvolvimento de metodologias para o ensino de tecnologias emergentes em contextos escolares.



Davi Cauassa Leão é Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Engenheiro Eletricista pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e especialista em Engenharia de Controle e Automação. Atua como professor e pesquisador nas áreas de Inteligência Artificial, Ciência de Dados, Processamento Digital de Imagens, Programação, Automação e Internet das Coisas (IoT), desenvolvendo pesquisas aplicadas em Machine Learning e Deep Learning voltadas principalmente à análise de sinais biomédicos. Atualmente

é professor da Fundação Matias Machline, ministrando disciplinas de Inteligência Artificial, Processamento Digital de Imagens, Programação e Automação para cursos técnicos e de graduação. Também atua como professor do Centro Universitário CIESA, lecionando disciplinas de Ciência de Dados e Redes de Computadores para cursos de Inteligência Artificial e Ciência da Computação. Anteriormente, foi pesquisador Nível I no Instituto CREATHUS, desenvolvendo projetos nas áreas de Inteligência Artificial, Internet das Coisas e desenvolvimento de hardware. Sua atuação acadêmica concentra-se no desenvolvimento e aplicação de técnicas de Inteligência Artificial, Machine Learning e Deep Learning em problemas reais, com ênfase em redes neurais convolucionais (CNN), Processamento Digital de Imagens e Ciência de Dados. Possui experiência na orientação de projetos, desenvolvimento de soluções computacionais e formação de estudantes em tecnologias emergentes aplicadas à Engenharia e à Computação. Entre suas publicações recentes destaca-se o trabalho "Detecting Beat Arrhythmia Using 2D Convolutional Neural Networks", publicado pela Springer e apresentado na X Latin American Conference on Biomedical Engineering (CLAIB 2024). Também é autor dos projetos "Software de auxílio à detecção automática de arritmias cardíacas utilizando redes convolutivas", apresentados na FEBRACE 2025 e FEBRACE 2026, contribuindo para o desenvolvimento de soluções baseadas em Inteligência Artificial aplicadas à área da saúde.

Suas áreas de interesse incluem Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina, Deep Learning, Ciência de Dados, Processamento Digital de Imagens, Internet das Coisas, Automação, Educação em Computação e o desenvolvimento de metodologias para o ensino de Inteligência Artificial e tecnologias emergentes na Educação Básica e no Ensino Superior